

P. 1497

12-5

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES



ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE N° 19

(TRIMESTRIEL)

MARS 1975

BTT-19

VIENT DE PARAÎTRE

L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL DES AGNEAUX ET DES CHEVREAUX

La Commission spécialisée de Recherches sur les espèces ovines et caprines, créée par l'Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.), a entrepris une série d'études sur les problèmes posés par l'intensification de l'élevage ovin et caprin. C'est ainsi qu'elle a été amenée à discuter de l'allaitement artificiel des jeunes. Les éléments de cette discussion ont été rassemblés dans une brochure de 105 pages, éditée par le S.E.I.

POURQUOI ET COMMENT ALLAITER ARTIFICIELLEMENT DES AGNEAUX OU DES CHEVREAUX ? Telles sont les deux questions fondamentales auxquelles cette brochure cherche à répondre.

L'allaitement artificiel peut être utilisé pour le «sauvetage» d'agneaux surnuméraires mais aussi pour permettre l'accélération du rythme de reproduction.

Comment allaiter artificiellement ? Après avoir examiné les bases nutritionnelles et alimentaires de l'allaitement artificiel, les chercheurs ont extrait des différentes expériences réalisées au cours de ces dernières années les solutions pratiques qui leur semblaient actuellement les meilleures, en fonction des critères de croissance, de qualité des carcasses et de risques pathologiques.

Finalement, les exposés montrent que les problèmes concernant l'allaitement artificiel des chevreaux ne sont pas forcément fondamentalement différents de ceux concernant celui des agneaux.

Prix : 15 F (remises pour commandes groupées).

En vente à :

Editions S.E.I.

C.N.R.A.

Route de St Cyr - 78000 - VERSAILLES

Règlement par CCP ou chèque bancaire à :

«Sous-Régisseur Documentation S.E.I.» **C.C.P. Paris 9153-19**

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

SOMMAIRE

**CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES
ET VETERINAIRES DE THEIX**

BULLETIN TECHNIQUE N°19

C.R.Z.V. de Theix
63110 - BEAUMONT
Tél. (73) 92-42-63

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - 78000 - VERSAILLES

MARS 1975

SOMMAIRE

A. HODEN, M. JOURNET, C. DEMARQUILLY et L. GUEGUEN - ETUDE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES PULPES DESHYDRATEES, INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION AZOTEE	5
R. GIOVANNI, R. GUILHERMET et R. TOULLEC - INFLUENCE DU REMPLACEMENT DU TOURTEAU DE SOJA PAR LA FEVEROLE COMME PRINCIPALE SOURCE DE MATIERES AZOTEES DANS LES ALIMENTS CONCENTRES POUR VEAUX D'ELEVAGE	15
P. THIVEND et R. TOULLEC - INFLUENCE DU REMPLACEMENT D'UNE PARTIE DES LIPIDES PAR DES PRODUITS AMYLACES DANS LES ALIMENTS D'ALLAITEMENT DESTINES AU VEAU DE BOUCHERIE : CAS DES ANIMAUX MALES DE RACE FRISONNE	23
Y. GEAY et C. BERANGER - APTITUDES DU CHAROLAIS A LA PRODUCTION DE VIANDE	29
T. PIESTRAK, J.C. FLAMANT, G. MOLENAT avec la collaboration de A. ARTIERES, Michèle JACQUIN et M. MAQUERE - L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL DES AGNEAUX	37
M. VERMOREL et M. THERIEZ - BESOINS ENERGETIQUES DE L'AGNEAU AVANT LE SEVRAGE ET EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE	45
X J.C. FAYET - "L'HOPITAL VEAU" DU C.R.Z.V. DE THEIX - UNITE EXPERIMENTALE DE TRAITEMENT DES VEAUX MALADES	53
X 7èmes JOURNEES DU "GRENIER DE THEIX" - LES ACQUISITIONS RECENTES SUR LES CARENCES EN OLIGOELEMENTS, DU SOL AUX RUMINANTS	59
1 ^o SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LE METABOLISME AZOTE ET LA NUTRITION - REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECNIE A COPENHAGUE, du 19 au 21 août 1974 - CONGRES DE DUBLIN - JOURNEES FRANCAISES D'ETUDE DU FROID Strasbourg, 8-11 octobre 1974 - COLLOQUE CNERNA à VICHY Septembre 1974 - "5 th PARATHYROID CONFERENCE" - 3ème CONFERENCE SUR L'ENSILAGE et 6ème SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES PROBLEMES DE LISTERIOSE	61
SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE	65

SOMMAIRE

40	SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE
41	SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES PROBLEMES DE L'ESTROGENE
42	ROD CONFERENCE - 1974 CONFERENCE SUR L'ESTROGENE
43	1974 COLLOQUE CHIMIE A VICHY - 1974 COLLOQUE CHIMIE A VICHY
44	JOURNEES FRANCAISES D'ETUDE DU FROID - 1974 - 1975
45	TECHNIQUE A COPREHENSIVE - 1974 - 1975 CONGRES DE QUALITE
46	REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE BIOLOGIE
47	SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LE METABOLISME AZOTE ET LA NUTRITION
48	CARENCE EN GLUCIDES DU SOLAUX RUMINANTS
49	LES JOURNEES DU "GROSHER DE TRICH" - LES ACQUISITIONS RECENTES SUR LES
50	DE TRAITEMENT DES VEAUX MALADES
51	J.C. RAYET - L'HOPITAL VEAU, OU LE VEAU, UNE EXPERIMENTALE
52	SEVRAGE ET EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ESTROGENE
53	M. VERMOREL - M. THIERRY - BEGINS ENERGETIQUES DE L'AGNEAU AVANT LE
54	AGNEAUX
55	M. JACOBIN - M. MAGRETT - L'ALIMENTATION ARTIFICIELLE DES
56	T. PESTRAK - J.C. FLAMANT - G. MOLENAAR - L'ESTROGENE (PART 1) ARTIFICIEL
57	Y. GAY - L'ESTROGENE - AFFECTION DES CHAUSSES A PRODUCTIONS DE VIANDE
58	MALADES DE RACE PRISONNIERE
59	L'ALIMENT DESTINE AU VEAU DE BOUCHERIE - CAS DES ANNAUX
60	L'IMPACT PAR DES PRODUITS ARTIFICIELS - ALIMENTATION D'AGNEAUX
61	P. THIERRY - R. TOULLEC - INFLUENCE DU REMPLACEMENT D'UNE PARTIE DES
62	VEAUX D'ELEVAGE
63	DE MATIERES AZOTEES DANS LES ALIMENTS COMMINES POUR
64	TOUTEVAU DE SOUS-ALIMENTATION - INFLUENCE DU REMPLACEMENT DU
65	PLACEMENT AZOTE
66	ALIMENTAIRE DES FURETTERIES - INFLUENCE DE LA COM
67	A. HODER - M. JOURNET - C. DEMARQUET - L. GUEZEN - ETUDE DE LA VALEUR

ETUDE DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES PULPES DESHYDRATEES INFLUENCE DE LA COMPLEMENTATION AZOTEE

A, HODEN ★, M. JOURNET ★, C. DEMARQUILLY ★★ et L. GUEGUEN ★★★

avec la collaboration de

J.M. BOISSAU et A. OLLIER

★ *Laboratoire de la Production Laitière*

★★ *Laboratoire des Aliments*

★★★ *Station de recherches de Nutrition(1)*

Les pulpes de betteraves sucrières sont actuellement de plus en plus souvent déshydratées et agglomérées (plus de 600 000 T en 1973): Elles constituent un aliment riche en énergie, pauvre en matières azotées et déséquilibré en minéraux. Il a paru nécessaire :

a) de préciser la composition chimique des pulpes (minérale, azotée, glucidique) ainsi que leur valeur énergétique, selon qu'elles sont distribuées *ad libitum* ou en quantités limitées,

b) d'étudier leur enrichissement en azote et minéraux dans le but de constituer un aliment équilibré à 13-14 % de matières azotées ($N \times 6,25$) pouvant convenir à différents types d'animaux en production. En particulier, est-il possible d'utiliser pour cela des sources d'azote non protéique, et faut-il les associer à des glucides rapidement utilisables tels que la mélasse ?

c) de connaître les différents produits terminaux de la digestion (acides gras volatils du rumen) des régimes à base de pulpes en vue de savoir pour quel type de production (lait-viande) elles conviennent le mieux, et dans le but de constituer des rations adaptées à chaque type d'animaux.

A la demande de l'union des sociétés d'intérêt collectif agricole de déshydratation (U.S.I.C.A.), plusieurs laboratoires de l'I.N.R.A. ont étudié différents échantillons de pulpes sèches, enrichis ou non en azote avec soit de l'urée (associée ou non à de la mélasse), soit des résidus de fermentation de la mélasse destinés à l'obtention d'acide glutamique ("protéinal") ou de levure de boulangerie ("viprotal"). La valeur énergétique et azotée de ces produits a été étudiée sur des moutons en bilan digestif et sur des vaches taries fistulisées du rumen, également en bilan digestif, au cours de 2 essais. L'étude de la digestion dans le rumen a été effectuée à partir de prélèvements de jus sur les vaches fistulisées et à partir d'incubations *in vitro* du contenu de rumen.

(1) C.N.R.Z. Jouy en Josas.

TABEAU I

COMPOSITION DES PULPES ET DES DIFFERENTS ADDITIFS UTILISES

Minéraux - par kg de M.S.														
Matière	Matières azotées (N x 6,25) % MS	Matières azotées solubles (N x 6,25) % MS (1)	N acides aminés % N total	Glucides solubles % MS (2)	Matières minérales % MS	Ca g	P g	K g	Na g	Mg g	Zn mg	Mn mg	Cu mg	
Pulpes	93,4	10,0	71,1	3,8	5,5	10,3	1,0	6,7	1,4	2,2	17	54	< 5	
Mélasse	79,4	13,9	45,9	64,2	9,5	0,5	0,1	38,5	9,8	< 0,01	26	< 5	< 5	
Protéinal	75,4	71,4	30,3	5,8	4,4	0,4	3,0	13,8	13,2	0,5	92	36	13	
Viprotal	79,2	57,4	26,5	3,4	12,8	1,3	1,4	32,1	28,4	1,4	33	44	15	
Besoins en minéraux par kg de M.S. totale						6 à 6,5	4,0	5,0	1,5	1,5	80	50	10	
						5,5 à 6	3,5	4,0	1,5	1,0	80	50	10	

(1) sur le produit d'extraction par l'acide trichloracétique à 10 % par épuisements successifs à froid (+4° C).

(2) sur l'extrait aqueux après 2 extractions successives de 1 heure 1/2, au bain marie à 40° C.

RESULTATS

1 - Composition chimique (tableau I)

Pulpes :

. La teneur en matière sèche (M.S.) des pulpes est élevée; elle est comprise entre 92 et 97 % pour les 4 échantillons étudiés; les valeurs les plus élevées signifient que le séchage a été excessif.

. Les pulpes se caractérisent par une faible teneur en matières minérales (5 à 6 % de la MS) qui sont d'une composition déséquilibrée puisqu'elles sont très riches en calcium, suffisamment riches en potassium, sodium, magnésium et fer, mais trop pauvres en manganèse, cuivre et surtout en phosphore et en zinc.

. La teneur en matières azotées est en moyenne de 10 % de la M.S.; elle est donc inférieure à celle des céréales. Les matières azotées des pulpes sont constituées en majorité de grosses molécules protéiques, l'azote soluble ne représentant que 20 % de l'N total. La composition en acides aminés est relativement bien équilibrée.

. La composition glucidique des pulpes se caractérise, à la différence des plantes fourragères, par une proportion faible de glucides solubles (entièrement du saccharose), une quantité assez importante de substances pectiques (10 % de la MS) et une faible teneur en lignine (3 % de la MS). Ces caractéristiques chimiques particulières, jointes à celles de leurs glucides membranaires (proportion élevée d'arabanes et de galactanes), peuvent expliquer que les pulpes soient très digestibles tout en étant digérées lentement dans le rumen.

Additifs :

. Les teneurs en MS de la mélasse, du "protéinal" et du "viprotal" se sont situées entre 75 et 80 %.

. La mélasse, le "protéinal" et le "viprotal" contiennent de 5 à 10 % de minéraux dans la M.S. mais d'une composition inadaptée pour rééquilibrer correctement des rations à base de pulpes enrichies à 14 % de matières azotées à partir de ces produits. Il sera en particulier indispensable d'apporter par ailleurs du phosphore, du zinc, du manganèse et du cuivre.

. La mélasse a une teneur en matières azotées voisine de 14 % de la M.S., alors que le protéinal et le viprotal ont des teneurs élevées de 71 et 57 % respectivement. Mais, 95 % de ces matières azotées sont solubles dans l'acide trichloracétique à 10 %; elles renferment donc surtout des petites molécules (sous forme d'acides aminés libres et surtout d'acide glutamique) facilement dégradées dans la panse et utilisables comme source d'ammoniac pour les bactéries.

. La mélasse étudiée avait une teneur en glucides solubles de 64 % (essentiellement du saccharose) mais le "protéinal" et le "viprotal" n'en contiennent plus que 3 à 6 % de la M.S... Il est ainsi possible de faire passer de 4 à 8 % de la M.S. la teneur en glucides solubles des pulpes en ajoutant environ 6 % de mélasse.

Nous avons étudié des aliments agglomérés à base de pulpes ayant des teneurs de 13 à 14 % de matières azotées au kg en ajoutant aux pulpes 1,5 % d'urée (+ 5 à 10 % de mélasse) ou 7,5 % de "protéinal" ou encore 10 % de "viprotal" (tableau II).

TABLEAU II

UTILISATION DIGESTIVE DES PULPES ENRICHIES OU NON EN AZOTE
Bilans digestifs sur vaches tarées fistulisées du rumen

ESSAIS	I			II			
. Schéma expérimental	Carré latin : 3×3 (3 régimes - 3 périodes) 3 9			Carré latin : 4×4 (4 régimes - 4 périodes) 4 12			
. Nombre d'animaux							
. Durée des essais (semaines)							
. Aliment à base de pulpes utilisé * : (2)	P	PU	PUM	PUM ₁	PUM ₂ (1)	P _p	PV
- Complément azoté dans l'aliment (%)	0	1,5U	1,5U	2U	1,3U	6,5	10V
- Mélasse dans l'aliment (%)	0	0	10	10	6,5	0	0
- Teneur en matières azotées (% M.S.)	9,7	13,5	14,2	14,8	14,9	15,1	14,9
. Quantités ingérées de la ration (kg M.S.) :							
- Foin	0,86	0,86	0,86	0,87	0,87	0,87	0,87
- Aliment à base de pulpes	5,41	5,40	5,50	5,51	5,41	5,40	5,41
. Digestibilité de la ration (%) :							
- Matières organique	77,5	77,5	81,5	81,5	80,7	81,9	83,1
- Matières azotées	53,0	59,8	69,8	70,0	66,8	70,8	72,6
. Valeur énergétique - UF/kg M.S. (estimation formule BREIREM)							
- Ration	0,89	0,89	0,97	0,97	0,95	0,98	100
- pulpes	0,94	0,94	1,03	1,03	1,01	1,04	1,06
. Digestibilité dans le rumen :							
- pH - 2 h. à 5 h.30 après repas	6,95	6,84	6,68	6,60	6,58	6,41	6,51
- Activité cellulolytique (%) (3)	27,6	23,3	22,2	23,2	23,8	22,6	22,6
- Acides gras volatils (3 heures après le début du repas) :							
. mmol/l	89	100	109	109	101	115	114
. acétique (C ₂) (%)	72,6	72,7	71,4	74,2	73,2	73,4	71,8
. Propionique (C ₃) (%)	18,2	19,0	15,9	14,8	14,6	14,3	15,0
. Butyrique (C ₄) (%)	7,4	6,7	10,6	8,7	9,8	9,8	10,8
- Ammoniaque - mg d'N/l :							
. Maximum	28	137	211	269	174	213	274
. Différence entre 1 h 30 et 5 h 30 après le début du repas	13	117	183	180	112	138	169

(1) Mélange constitué de 92,2 % de pulpes et de 7,8 % de mélasse-urée (16,6 % urée)

(2) Pourcentage prévu à la fabrication en usine.

(3) Proportion (M.S.) de paille d'avoine dégradée en 48 h. dans des sachets de nylon suspendus dans le rumen.

* P = Pulpes ; PU = Pulpe-Urée ; PUM = Pulpe-Urée-Mélasse ; P_p = Pulpes-protéinal : PV = Pulpes-Viprotal.

2 - Valeur énergétique des pulpes enrichies ou non en azote

Chez les moutons, la digestibilité de la matière organique des échantillons de pulpe - urée ou de pulpe-urée-mélasse (à 14,8 % de matières azotées), a été élevée et identique (82,1 contre 82,4 %), que la ration comprenne 200 g de foin ou non dans le cas d'une distribution des pulpes en quantité limitée (1 kg). En revanche, la digestibilité de la matière organique a été fortement influencée par le niveau d'ingestion puisqu'elle a été de 4 points inférieure dans le cas de la distribution à volonté (avec 200 g de foin) par rapport à la distribution précédente en quantité limitée. La valeur énergétique nette des pulpes estimée par la formule de BREIREM est de 0,98 UF / kg MS lorsqu'elles sont offertes en quantité limitée contre 0,90 lorsqu'elles sont distribuées à volonté.

Chez les vaches, les résultats obtenus dans les deux essais (tableau II) sont concordants et indiquent bien que la complémentation des pulpes en urée, surtout en association avec de la mélasse, améliore la digestibilité de la matière organique du produit. De même, les pulpes complémentées par le "protéinal" et le "viprotal" ont une digestibilité de la matière organique sensiblement équivalente à celle obtenue avec l'association urée + mélasse. Il semble même qu'avec le "viprotal" l'amélioration de la digestibilité soit légèrement supérieure à celle observée avec les autres additifs.

Ainsi, la valeur énergétique des pulpes, distribuées en quantités limitées (6 kg) avec 1 kg de foin, a pu être estimée par la formule de BREIREM à 0,94 UF / kg MS lorsqu'elles ne sont pas complémentées en azote et en moyenne à 1,03 UF / kg MS (1,01 à 1,06) lorsqu'elles le sont (environ 15 % de matières azotées). Ces valeurs supérieures de 0,05 UF / kg MS par rapport à celle obtenue sur les moutons sont probablement dues en partie aux légères pertes de jus par la fistule qui surestiment la digestibilité de la matière organique.

3 - Importance et orientation des fermentations dans le rumen (acides gras volatils)

L'amélioration de la valeur énergétique des pulpes par la complémentation azotée concorde bien, au niveau du rumen, avec :

1) les diminutions plus importantes du pH après le repas (de 0,4 unité pH en plus entre le début du repas et 5 h 30 après celui-ci) et de l'activité cellulolytique (d'environ 5 points) et,

2) l'augmentation de la concentration en acides gras volatils (d'environ 20 % par rapport aux pulpes seules).

Ces modifications ont surtout été observées avec les régimes complémentés par du "protéinal" et du "viprotal".

Les proportions molaires des différents acides gras volatils dans les 2 essais conduits sur vaches fistulisées (tableau II), où les pulpes complémentées ou non ont constitué environ 85 % de la ration (15 % de foin), se sont caractérisées par une proportion importante d'acide acétique (C_2) qui a pratiquement toujours représenté plus de 72 % des acides gras volatils du rumen. Mais l'addition de mélasse (+ urée), de "protéinal" et de "viprotal" a fait diminuer le pourcentage d'acide propionique essentiellement au profit de l'acide butyrique (tableau II).

Les mesures *in vitro* qui ont été faites (fermentations à 39°C des différents compléments à base de pulpes avec un mélange de jus de contenu de rumen et de salive artificielle) confirment celles *in vivo* quant à l'effet des compléments azotés utilisés. L'addition d'urée, de "protéinal" ou de "viprotal" aux pulpes jusqu'à des taux respectifs de 4-9 et 11 % permet d'augmenter de 20 à 40 % les concentrations en

acides gras volatils. L'addition d'urée, en plus du "protéinal" et du "viprotal", ne permet pas d'obtenir une production plus élevée d'acides gras volatils. En revanche, l'addition de luzerne déshydratée à des taux variant d'environ 5 à 7 % a un effet stimulant sur la vitesse et l'importance de la digestion des pulpes seules ou additionnées de 4 % d'urée (augmentation des productions d'acides gras volatils).

4 - Utilisation de l'azote

Digestibilité apparente des matières azotées

La teneur en matières azotées non digestibles (MAT - MAD en % de la M.S.) des pulpes enrichies en azote est comprise entre 4,5 et 5 % (tableau II). Cependant, cette teneur est probablement sous-estimée par le fait qu'une partie de l'ammoniac formé provenant des sources azotées solubles, est absorbée au niveau du rumen et partiellement éliminée dans les urines sous forme d'urée. Il est donc prudent de diminuer la teneur en matières azotées ($N \times 6,25$) d'au moins 5 points pour obtenir la teneur en MAD. Ainsi, cette dernière ne doit pas dépasser 90 à 95 g/ kg de MS pour les différents produits utilisés ayant une teneur en matières azotées totales de 14 à 15 %.

Ammoniogénèse

La valeur des sources azotées associées aux pulpes : urée (avec ou sans mélasse), "protéinal" et "viprotal" a pu être appréciée *in vitro* en mesurant en particulier leur rapidité de dégradation en ammoniac (liée à leur solubilité) et leur effet sur la synthèse des protéines microbiennes.

Les pulpes seules donnent naissance à un très faible pic d'ammoniac ce qui confirme que leurs matières azotées sont très peu dégradées (faible solubilité). L'addition de "protéinal" ou de "viprotal" donne naissance, à même apport azoté, à un pic d'ammoniac moitié moins élevé qu'avec l'urée et la concentration en ammoniac diminue ensuite beaucoup plus lentement qu'avec celle-ci. La libération d'ammoniac est donc beaucoup plus étalée qu'avec l'urée, ce qui constitue un facteur favorable à la bonne utilisation de ces additifs par les microorganismes du rumen pour synthétiser des protéines microbiennes.

La mélasse ajoutée aux pulpes-urée n'a eu *in vitro* qu'un effet stimulant réduit sur l'utilisation de l'azote bien que, *in vivo*, la valeur énergétique du mélange pulpes-urée-mélasse (10 %) semble supérieure à celle du mélange pulpes-urée. En revanche l'addition *in vitro* de 10 à 20 % de luzerne déshydratée au mélange pulpes-urée (4%) accroît de 20 à 40 % la quantité d'ammoniac utilisée pour la synthèse microbienne. C'est la raison pour laquelle nous proposons aux tableaux III (a et b) quelques exemples d'utilisation des pulpes enrichies en azote associées à un peu de luzerne déshydratée.

CONCLUSION

Cette étude a permis de préciser les points suivants :

1) la valeur énergétique des pulpes enrichies en azote (14-15 % de MAT) peut être estimée à pratiquement 0,9 UF / kg M.S. lorsqu'elles sont distribuées à volonté et à 1 UF / kg M.S. lorsque les pulpes et les autres aliments de la ration sont offerts en quantités limitées. Ces valeurs sont supérieures à celles utilisées classiquement; elles sont cependant inférieures à celles obtenues récemment par les chercheurs hollandais qui attribuent aux pulpes sèches une valeur voisine de celle de l'orge. Les valeurs que nous avons obtenues à partir des mesures de digestibilité devront cependant être confirmées par des essais sur animaux en production.

TABLEAU III

III a : EXEMPLES DE RATIONS UTILISANT LES PULPES SECHES ENRICHIES EN AZOTE

I. - VACHES LAITIÈRES

ALIMENTS	Pulpes sèches utilisées comme constituant de :						
	la ration de base (kg MS)		l'aliment concentré ** composition p. 100				
	I*		I	II		III	
	A	B		A	B	A	B
Ensilage de maïs-urée	6 à 7	6 à 7	-	-	-	-	-
Pulpes enrichies à :							
- 14 p.100 M.A. (1)	6 à 7	6 à 7	50	-	-	-	-
- 25 p.100 de M.A. (2)	-	-	-	32	32	-	-
- 40 p.100 de M.A. (3)	-	-	-	-	-	16	16
Céréales (maïs- blé ou orge)	-	-	30	55	43	72	60
Tourteaux à 44 p.100 de M.A.	0,5	-	17	10	7	9	6
Luzerne déshydratée à 18 p.100	-	2	-	-	15	-	15
Composé minéral avec oligo-éléments :							
. Quantité (g/ jour ou p.100)	200 g	200 g	3	3	3	3	3
. type p.100 (P - Ca)	16-8	16-8					
	(5)	(5)	(4)	(4)	(4)	(4)	(4)

(1) Pulpes enrichies à 14-15 % de M.A. par addition de : 1,5 % d'urée + 5 à 10 % de mélasse

ou 7,5 % de «protéinal»

ou 10 % de «viprotal»

(2) " " 25 % " de 6 p.100 d'urée + 5 à 10 % de mélasse

(3) " " 40 % " de 12 p.100 d'urée + 5 à 10 % de mélasse

(4) 2,5 p. 100 de carbonate de calcium + 0,5 p. 100 de sel

(5) exemple de composé minéral de type 16-8 (P - Ca) :

Phosphate monocalcique	55,00 %	Sulfate de zinc	3,00 %
Chlorure de sodium	15,23	Sulfate de manganèse	0,50
Sulfate de sodium	15,00	Sulfate de cuivre	0,25
Magnésie anhydre	7,00	Sulfate de cobalt	0,01
Soufre élémentaire	4,00	Iodure de potassium	0,01

* Les rations A et B proposées sont équilibrées en énergie, matières azotées et minéraux pour des productions de 18 et 20 kg de lait 4 p. 100 respectivement pour des vaches de 600 kg P.V.

** La ration de base correspondante doit être équilibrée en énergie, matières azotées et minéraux et être pauvre en azote soluble (ensilage de maïs sans urée, foin de graminées). Chacun des aliments concentrés proposé sera distribué à raison de 1 kg par 2,5 kg de lait 4 % produit au-dessus du niveau de production permis par la ration de base.

TABLEAU III

III b : EXEMPLES DE RATIONS UTILISANT DES PULPES SECHES ENRICHIES EN AZOTE

II. - TAURILLONS (issus de troupeaux allaitants) entre 270 et 550-600 kg Selon Y. GEAY et M. CROSSET-PERROTIN**

ALIMENTS	Pulpes sèches utilisées comme constituant								
	de la ration de base composition en p. 100			de l'aliment concentré composition en p. 100					
Pulpes enrichies à 14 % de M.A. (1)	100*	70		-					
Ensilage de maïs sans urée	-	-		70					
Aliment concentré	-	30		30					
Fourrage long (1 kg environ)	Foin 1 Luzerne	Foin ou paille		Non obligatoire					
Composition de l'aliment concentré (%)									
Pulpes enrichies à 14 % MA (1)				56,5	43,5				
Pulpes enrichies à 25 % MA (2)						32	32		
Pulpes enrichies à 40 % MA (3)								16	16
Céréales		85	60			32,5	20,5	49	37
Tourteaux à 44 % MA		10		40	38	32	29	31,5	28,5
Luzerne déshydratée à 18 % MA			35		15		15		15
Composé minéral avec oligoéléments :									
Quantité (g/ jour ou p. 100)	100	4,5	4,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Type p. 100 (P-Ca) - (4)	22-8	22-8	22-8	10-16	10-16	10-16	10-16	10-16	10-16
Vitamines A et D (p. 100)		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

(1) Pulpes enrichies à 14-15 % de MA par addition de : 1,5 % d'urée + 5 à 10 % de mélasse
ou 7,5 % de « protéinal »
ou 10 % de « viprotal »

(2) Pulpes enrichies à 25 % de MA par addition de 6 % d'urée + 5 à 10 % de mélasse
" " 40 % " de 12 % d'urée + 5 à 10 % de mélasse

(3) Exemples de composés minéraux :

Type 22 - 8 (P - Ca) (p. 100)	Type 10 - 16 (P - Ca) (p. 100)
Tripolyphosphate de sodium 45,00	Phosphate mono-bicalcique 55,00
Phosphate monocalcique 51,08	Carbonate de calcium 15,18
Sulfate de zinc 3,00	Chlorure de sodium 18,00
Sulfate de manganèse 0,60	Magnésie calcinée 8,00
Sulfate de cuivre 0,30	Sulfate de zinc 3,00
Sulfate de cobalt 0,01	Sulfate de manganèse 0,50
Iodure de potassium 0,01	Sulfate de cuivre 0,30
	Sulfate de cobalt 0,01
	Sulfate de potassium 0,01

* les rations proposées utilisent les produits expérimentés. Ceci a pour conséquence, lorsque les pulpes enrichies constituent la presque totalité de la ration, de distribuer un régime ayant un taux d'au moins 14% de matières azotées totales dans la matière sèche. Dans ce cas, il serait possible d'employer des pulpes moins enrichies en azote en ne leur ajoutant qu'environ 1% d'urée (+ 5 à 10 % de mélasse) ou 5% de protéinal ou 6 % de viprotal de façon à apporter en moyenne au cours de la période considérée 1000 g de matières azotées totales par jour

*Laboratoire de la Production de viande - C.R.Z.V. de Theix

**Ingénieur SCPA détaché au CRZV de Theix

2) les pulpes constituent un aliment de choix pour les vaches laitières, en particulier dans le cas de certaines rations (ensilage de maïs - rations riches en concentré) qui ont tendance à faire diminuer relativement plus rapidement la production laitière et à provoquer simultanément un engraissement plus important des animaux que d'autres régimes. Cet aspect bénéfique des pulpes peut être relié aux orientations fermentaires dans le rumen (proportion élevée d'acide acétique) favorables à la synthèse du lait. Un exemple de ration de base est donné au tableau IIIa (ration I).

3) les pulpes, du fait de leur richesse en glucides très digestibles, de leur pauvreté en azote et de leur faible proportion d'azote soluble, réunissent toutes les conditions favorables à une complémentation azotée non protéique. Les résultats obtenus le montrent quelle que soit la source azotée utilisée : urée, "protéinal" ou "viprotal". Les deux sous-produits issus de la mélasse semblent aussi bien utilisés, sinon mieux, que le mélange urée-mélasse. Les taux d'incorporation utilisés des différents additifs (1,5 % d'urée + 8 % de mélasse ou 7,5 % de protéinal ou 10 % de viprotal) semblent convenir pour obtenir des pulpes enrichies à environ 14 % de matières azotées. Ces proportions pourront être utilisées lorsque les pulpes représenteront une part importante de la ration de base des animaux (1/2 ou les 2/3 de la M.S.) ou lorsqu'elles entreront dans la composition d'un aliment concentré en mélange avec des tourteaux et des céréales. Mais dans ce dernier cas, il ne faudra pas que les autres aliments de la ration apportent déjà de l'azote soluble en quantité appréciable (urée dans l'ensilage de maïs - ensilage d'herbe - choux).

Il sera aussi possible de fabriquer des aliments concentrés à base de pulpes plus riches en matières azotées (25 à 40 %) qui devront être mélangés à d'autres aliments pauvres en azote lors de l'utilisation. Mais les sous-produits de la mélasse ne pourront pas être utilisés comme seuls additifs car il faudrait en incorporer une proportion importante (25 à 40 %) qui nécessiterait un séchage supplémentaire pour obtenir un aliment pouvant se conserver sans problèmes (moins de 13 % d'humidité). En revanche, avec 5 % de mélasse et 6 ou 12 % d'urée dans les pulpes, il sera possible d'obtenir des mélanges à environ 25 et 40 % de matières azotées par kg respectivement. Ceux-ci pourront être incorporés dans l'aliment concentré à condition que le taux d'urée de ce dernier prêt à l'emploi ne dépasse pas 2 % (tableaux IIIa et b).

4) la composition minérale des pulpes et des additifs utilisés est très déséquilibrée comparée aux besoins en minéraux des bovins (tableau I). Avec des rations composées d'une forte proportion de pulpes enrichies (50 à 70 % de la M.S.), il sera indispensable, pour équilibrer les apports (énergie - azote - minéraux) de la ration, d'apporter aux bovins environ 150 g de composé minéral riche en phosphore et contenant du zinc, du manganèse et du cuivre (composés minéraux contenant environ 8 % de calcium et 16 à 22 % de phosphore, soit de type 16-8 ou 22-8). Des exemples de tels composés minéraux sont donnés aux tableaux III a et b. Lorsque la ration ne comportera qu'une faible quantité de pulpes, il faudra utiliser des composés minéraux adaptés à la composition des fourrages de la ration de base (GUE GUEN, *Revue de l'Élevage* - Février 1972).

5) On connaît encore mal l'influence des caractéristiques des betteraves utilisées et des conditions technologiques de fabrication des pulpes (température à la sortie de la déshydrateuse en particulier, passage dans les presses....) sur la valeur des pulpes. Cette étude mériterait d'être entreprise en raison de l'importance qu'occupent maintenant les pulpes dans le marché des aliments du bétail.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la S.I.C.A. Pulposec de Chevrières (Oise) qui a fabriqué les aliments expérimentaux ainsi que le Laboratoire d'Etude du Métabolisme azoté (R. PION) et l'unité de recherches sur la digestion (P. THIVEND) de la Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants qui ont participé à la détermination de la composition chimique des produits étudiés.

INFLUENCE DU REMPLACEMENT DU TOURTEAU DE SOJA PAR LA FEVEROLE COMME PRINCIPALE SOURCE DE MATIERES AZOTEES DANS LES ALIMENTS CONCENTRES POUR VEAUX D'ELEVAGE

R. GIOVANNI ^{*}, R. GUILHERMET ^{**} et R. TOULLEC ^{*}

^{*} Station de Recherches Zootechniques I.N.R.A. (1)

^{**} Chaire de Zootechnie, E.N.S.A. (1)

En raison du développement encore limité de sa culture et du rapport de prix entre ses protéines et celles du soja, la féverole n'entre que très rarement ou à faible dose dans les aliments concentrés pour jeunes bovins. Cette graine n'en représente pas moins une source intéressante de protéines de remplacement. En effet, la féverole apporte 1 UF / kg et contient selon la variété de 22 à 30 % de matières azotées riches en lysine. Cependant, sa teneur en cellulose est élevée (de l'ordre de 10 % de la matière sèche) et elle présente l'inconvénient de contenir des tanins (MARTIN, 1973). Les études sur l'utilisation de la féverole, notamment dans l'alimentation du porc (HENRY, 1970), des volailles (GUILLAUME, 1972) ou du rat (VERMOREL, 1972), ont montré que, chez les monogastriques, la croissance et l'efficacité alimentaire sont moindres lorsque le régime comprend plus de 20 à 30 % de féverole entière, comparativement à un régime isoazoté dont les protéines sont apportées par le soja.

Nous avons étudié chez le veau d'élevage, l'influence du remplacement du tourteau de soja par la féverole, comme principale source de matières azotées dans les aliments concentrés distribués avant et après sevrage. Deux essais en lots ont été réalisés, le premier en 1972 sur des veaux mâles et femelles, le second en 1973-1974 sur des veaux mâles. L'utilisation digestive et les phénomènes digestifs ont été étudiés pendant le second essai.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

1 - Animaux en lot

a) Aliments

Dans les deux essais, deux aliments concentrés ont été préparés : l'un dit de "sevrage", distribué jusqu'à 3 mois, l'autre dit "d'élevage", distribué jusqu'à la fin de l'essai. Ces aliments contenaient respectivement 20 et 15 % de matières azotées ($N \times 6,25$) (tableau I). L'emploi de la féverole entière au lieu du tourteau de soja a accru le taux de cellulose de l'aliment "sevrage" de 2,5 points. Dans l'essai I, la proportion des matières azotées venant de la source azotée à étudier a été plus élevée pour les aliments "Féverole" que pour les aliments "Soja" (90 et 50 % au lieu de 70 et 40). Par contre, dans l'essai II,

(1) 65, route de Saint-Brieuc - 35042 RENNES CEDEX

TABLEAU I

COMPOSITION DES ALIMENTS CONCENTRES

PERIODE	Essai I (1972)				Essai II (1973-1974)			
	SEVRAGE		ELEVAGE		SEVRAGE		ELEVAGE	
	"Soja"	"Féverole"	"Soja"	"Féverole"	"Soja"	"Féverole"	"Soja"	"Féverole"
Aliments								
Composition (%) :								
- Céréales (dont avoine nue)	65	25	85	70	68 (10)	47 (30)	46	46
- Amidon de maïs								
- Tourteau de soja 50	30	70	11	26	27	48	25	50
- Féverole entière		5	4	4	5	5	4	4
- Composé minéral et vitaminique	5							
Composition chimique (%) :								
- Matières minérales	6,5	6,9	4,8	5,6	7,0	8,3	6,0	7,0
- Cellulose brute	4,6	6,8	4,1	4,7	4,3	6,8	2,4	5,9
- Matières azotées	20,0	20,0	14,6	15,4	21,0	20,0	16,6	15,0
- M.A. apportées par le soja ou la féverole (% des M.A.T.)	70,0	90,0	40,0	50,0	68,5	69,5	68,0	70,5
Variété de Féverole utilisée		Pavane		S 45		972 A		972 A

l'utilisation de l'avoine nue dans les deux aliments de sevrage et de l'amidon de maïs dans l'aliment d'élevage "Soja" a permis de préparer des aliments ayant la même proportion de matières azotées provenant de la féverole ou du tourteau de soja. Dans cet essai, l'aliment d'élevage "Soja" a eu une teneur en MAT et une valeur énergétique plus élevées que l'aliment "Féverole". Pour cette raison, il a été nécessaire de le distribuer en quantité inférieure pour que les quantités ingérées d'énergie et de matières azotées soient égales dans les deux lots.

Dans les deux essais, l'aliment d'allaitement contenait 18 % de matières grasses et 24 % de matières azotées. Le foin de graminées était de qualité médiocre en 1972 (0,40 UF / kg MS), mais de meilleure qualité en 1973 (0,50 UF / kg MS).

b) Animaux

Dans l'essai I, deux lots de six veaux mâles et deux lots de six veaux femelles de race frisonne ont été constitués à partir de 12 mâles et 6 femelles achetés à l'âge d'environ huit jours et de 6 génisses nées sur le domaine. Dans l'essai II, 24 veaux mâles de race frisonne achetés à l'âge de 10 à 15 jours ont été répartis en deux lots de 12. Ces lots ont été conduits en stabulation libre sur aire paillée. Les veaux ont été pesés chaque quinzaine jusqu'à la fin de l'essai où une double pesée a été effectuée. Six prélèvements de sang ont été faits entre l'arrivée et la fin de l'essai II pour observer l'évolution de la valeur de l'hématocrite.

c) Régimes alimentaires

Tous les veaux ont reçu 200 litres de lait de remplacement (38 kg d'aliment d'allaitement) au cours des 7 semaines qui ont suivi leur arrivée. Le lait reconstitué a été distribué individuellement à raison d'un repas par jour à partir de la deuxième semaine d'allaitement (concentration de 200 g d'aliment d'allaitement par kg de lait; repas maximum de 5 kg de lait de remplacement lors de la cinquième semaine). Le foin de graminées a été offert à volonté dès l'arrivée des animaux. Les aliments expérimentaux "Soja" et "Féverole" ont été distribués à volonté jusqu'à un maximum journalier de 3 kg pour les mâles sauf pour l'aliment d'élevage "Soja" de l'essai II limité à 2,8 kg et de 2 kg pour les femelles de l'essai I. Les teneurs en matière sèche des aliments ont été mesurées sur un échantillon moyen hebdomadaire. Les teneurs en matières minérales, azotées et cellulosiques ont été obtenues sur trois échantillons moyens par période d'utilisation des aliments concentrés.

2 - Animaux en bilan

Quatre veaux mâles frisons achetés à l'âge de 15 jours et sevrés à 5 semaines (18 kg d'aliment d'allaitement) ont été placés en cage à bilan jusqu'à la quinzième semaine. La digestibilité a été mesurée au cours de 4 périodes de 5 jours, précédées par des interpériodes d'adaptation de 9 jours. La ration comprenait 20 % de foin de graminées haché et 80 % de l'aliment de sevrage de l'essai II. Deux veaux ont reçu l'aliment "Féverole", les 2 autres l'aliment "Soja", (tableau I). Les animaux ont été alimentés en quantité limitée; ils ont reçu 1,2 - 2,1 - 2,7 et 2,8 kg d'aliment par 100 kg de poids vif respectivement au cours des 1ère, 2ème, 3ème et 4ème périodes.

3 - Animaux fistulisés

Deux lots de trois veaux, porteurs d'une fistule du rumen et pesant 215 kg en moyenne, ont été utilisés pour étudier la digestion des aliments de sevrage "Féverole" et "Soja" précédents. Leur ration a été constituée de 56 % de foin et de 44 % d'aliment concentré. Elle a été distribuée à raison de 89 g par kg de poids métabolique (poids vif ^{0,75}). Du contenu de rumen a été prélevé au cours de 3 périodes successives de 3 jours chacune, séparées par des interpériodes de 11 jours. Au cours de chaque journée, cinq prélèvements ont été effectués toutes les deux heures à partir du repas d'aliment concentré,

Le pH et la composition en acides gras volatils du jus de rumen ont été mesurés ainsi que les concentrations en azote ammoniacal et en acide lactique. Simultanément, l'activité cellulolytique a été déterminée par la méthode des sachets de nylon,

RESULTATS

1 - Utilisation digestive et rétention azotée

La digestibilité apparente du régime "Féverole" a été un peu moins élevée que celle du régime "Soja" (72,8 % au lieu de 74,4 pour la matière sèche et 74,1 au lieu de 77,4 pour l'azote). Ces résultats confirment ceux obtenus par Mc LEOD et al (1972).

Les coefficients de rétention de l'azote ont été voisins, respectivement 30 et 31 pour les régimes "Féverole" et "Soja". Cette observation signifierait que l'utilisation de l'azote absorbé a été semblable, alors que Mc LEOD et al (1972) ont observé une rétention de l'azote supérieure avec le tourteau de soja.

2 - Digestion dans le rumen

Aucune différence importante n'a pu être mise en évidence dans les phénomènes digestifs étudiés au niveau du rumen. Les activités cellulolytiques ont été très voisines (41,3 et 41,4 % de la matière sèche de la paille dégradée en 48 heures avec les régimes "Féverole" et "Soja"). Il en a été de même pour les proportions d'acide acétique (67,3 et 66,4 %) et propionique (19,7 et 18,1 %), ainsi que pour les teneurs en acide lactique (13,2 et 14,4 mg/100 ml) et en azote ammoniacal (34,7 et 32,4 mg/100 ml) dans le jus de rumen 4 heures après le repas. Cependant, la proportion d'acide butyrique a été un peu plus faible avec le régime "Féverole" (10,8 au lieu de 13,8 %).

3 - Résultats zootechniques

3 - 1 - Etat sanitaire

Pendant la période de sevrage de l'essai I, les animaux ont été atteints de pneumonie et de bronchopneumonie dues à un printemps froid et humide et au mode de stabulation. Après traitement, les animaux ne se sont rétablis que dans les quinze jours qui ont suivi le sevrage. Aucun trouble n'est intervenu par la suite, de même que pendant la totalité de l'essai II. Dans cet essai, l'évolution de la valeur de l'hématocrite a été semblable pour les animaux des deux lots; une légère différence, non significative, est cependant apparue entre le cinquième et le sixième mois en faveur des animaux du lot "Soja" ($33,9 \pm 2,6$ au lieu de $31,5 \pm 2,2$).

3 - 2 - Quantités ingérées

Pendant la période de sevrage, la quantité d'aliment "Féverole" ingérée a été supérieure à celle d'aliment "Soja" (respectivement de 2,0 et 4,8 kg de MS dans les essais I et II). Dans l'essai I, la quantité de foin ingérée a évolué de la manière inverse, de sorte que les animaux du lot "Féverole" ont consommé la même quantité de matière sèche totale que ceux du lot "Soja". Dans l'essai II en revanche, les animaux des deux lots ont ingéré autant de foin qui était de meilleure qualité. De ce fait, la consommation totale des veaux du lot "Féverole" a été supérieure de 5,6 kg de MS par veau (Tableaux I et II).

Pour la totalité de l'essai I, les quantités totales ingérées (MS, UF, MAT) ont été indépendantes de la source azotée. En revanche, dans l'essai II, en raison des quantités plus importantes d'aliment "Féverole" et de foin ingérées pendant le sevrage et jusqu'à trois mois et des quantités différentes

TABLEAU II
QUANTITES INGEREES ET CROISSANCE DES VEAUX MALES ET FEMELLES
ESSAI I - 1972

	Période	Arrivée-Sevrage		Sevrage - 6 mois		Arrivée - 6 mois	
		Soja	Féverole	Soja	Féverole	Soja	Féverole
Veaux mâles	Lot						
	Poids vif (kg)						
	- à l'arrivée	49,1 ± 4	47,8 ± 3	80,5 ± 13	83,7 ± 9	49,1 ± 4	47,8 ± 3
	- en fin de période	80,5 ± 13	83,7 ± 9	228,8 ± 15	210,0 ± 25	228,8 ± 15	210,0 ± 25
Veaux femelles	Gain de poids vif (g/j)	630 ± 198	720 ± 193	1030 ± 58	907 ± 115	938 ± 60	857 ± 131
	Quantités ingérées (kg MS)						
	- foin	5,6	3,4	191,7	181,6	197,3	185,0
	- aliment concentré	12,8	14,7	328,0	324,0	340,8	338,7
Veaux mâles	- total	18,4	18,1	519,7	505,6	538,1	523,7
	Quantités ingérées/kg gain de poids vif						
	- MS (kg)	0,58	0,50	3,51	4,00	2,99	3,22
	- UF	0,54	0,57	3,02	3,46	2,58	2,80
Veaux femelles	- MAT (g)	102	97	469	559	405	456
	Poids vif (kg)						
	- à l'arrivée	52,0 ± 6,5	46,3 ± 5	81,8 ± 11,5	76,7 ± 9	52,0 ± 6,5	46,3 ± 5
	- en fin de période	81,8 ± 11,5	76,7 ± 9	180,4 ± 18	175,0 ± 23	180,4 ± 18	175,0 ± 23
Veaux femelles	Gain de poids vif (g/j)	600 ± 107	607 ± 113	741 ± 47	720 ± 122	708 ± 63	706 ± 111
	Quantités ingérées (kg MS)						
	- foin	7,1	4,1	230,0	225,3	237,0	230,0
	- aliment concentré	15,0	17,2	222,4	223,4	237,4	240,6
Veaux femelles	- total	22,1	21,3	452,4	448,7	474,4	470,6
	Quantités ingérées/kg gain de poids vif						
	- MS (kg)	0,73	0,72	4,61	4,55	3,70	3,65
	- UF	0,60	0,63	3,54	3,52	2,87	2,85
Veaux femelles	- MAT (g)	126	131	558	568	459	466

★ différence significative P < 0,05

TABEAU III
QUANTITES INGEREES ET CROISSANCE DES VEAUX MALES
ESSAI II - 1973/1974

Période	Arrivée - Sevrage		Sevrage - 6,5 mois		Arrivée - 6,5 mois	
	"Soja"	"Féverole"	"Soja"	"Féverole"	"Soja"	"Féverole"
Lot						
Poids vif (kg)						
- à l'arrivée	41,1 + 1,2	41,1 + 1,4	80,2 + 3,7	81,8 + 1,4	41,2 + 1,2	41,1 + 1,4
- en fin de période	80,2 + 3,7	81,8 + 4,8	245,3 + 16,3	239,7 + 20,0	245,3 + 16	239,7 + 20
Gain de poids vif (g/j)	797 + 84	884 + 101	1093 + 102	1045 + 104	1026 + 82	997 + 100
Quantités ingérées (kg MS)						
- foin	8,1	8,9	203,0	219,0	211,1	227,5
- aliment concentré	8,2	13,0	355,0	368,0	363,2	381,2
- total	16,3	21,9	558,0	587,0	574,3	608,7
Quantités ingérées/kg de gain de poids vif						
- MS (kg)	0,42	0,53	3,38	3,72	2,81	3,06
- UF	0,35	0,44	3,19	3,39	2,65	2,78
- MAT (g)	71	87	522	542	420	445

d'aliment concentré offertes aux veaux du lot "Soja", les quantités totales de MS ingérées par les animaux du lot "Féverole" ont été plus élevées de 9 kg à trois mois et de 34 kg à la fin de l'essai. Cependant, les quantités totales d'énergie et de MAT consommées par les animaux du lot "Féverole" n'ont été supérieures que de 9 UF et 2 kg de MAT au cours des 28 semaines de contrôle.

Les apports énergétiques et azotés de l'aliment d'allaitement (57 UF et 9 kg de MAT) ont été identiques pour les animaux de chaque lot dans les deux essais et de ce fait, ils n'ont pas été inclus dans les résultats.

3 - 3 - Gain de poids vif

Les gains de poids vifs des veaux femelles ont été très voisins, avec les deux régimes (tableau II). Mais, chez les veaux mâles recevant le régime "Féverole", le gain de poids vif a eu tendance à être supérieur jusqu'au sevrage et inférieur par la suite, ainsi que pour l'ensemble de l'essai; cependant, seule la différence observée dans l'essai I entre le sevrage et 6 mois (123 g/j) a été significative (tableaux II et III).

Par ailleurs, dans l'essai I, les variations individuelles de gain de poids vif ont été beaucoup plus importantes avec le régime "Féverole" aussi bien chez les veaux mâles que chez les veaux femelles (coefficient de variation de 15 % au lieu de 7).

3 - 4 - Efficacité alimentaire

Chez les veaux femelles, aucune influence du régime n'a pu être mise en évidence sur les quantités ingérées par kg de gain de poids vif.

Chez les veaux mâles, au cours de la période de sevrage, l'efficacité alimentaire du régime "Féverole" a été très voisine de celle du régime "Soja" dans l'essai I mais moins satisfaisante dans l'essai II. Par la suite et pour l'ensemble de l'essai, les quantités de matière sèche, d'énergie et de matières azotées totales ingérées par kg de gain de poids vif ont été plus élevées avec le régime "Féverole" (tableaux II et III).

DISCUSSION - CONCLUSION

1 - La féverole, utilisée comme principale source de matières azotées dans les aliments de sevrage et d'élevage, a permis d'obtenir chez les veaux mâles, un gain de poids vif élevé (1 000g/j) jusqu'à 6 mois et assez voisin de celui observé avec le tourteau de soja dans l'essai II; en revanche, dans l'essai I, la féverole a eu un effet dépressif sur le gain de poids vif, tout au moins après le sevrage. Dans les deux essais, l'efficacité alimentaire du régime "Féverole" a été moins satisfaisante chez les veaux mâles. Chez les veaux femelles, dont les besoins sont plus faibles, la croissance et l'efficacité alimentaire n'ont pas été influencées par le régime.

Ces différences dans le gain de poids vif et dans l'efficacité alimentaire sont en accord avec celles notées par TISSERAND (1973) chez des taurillons recevant une féverole entière ou du tourteau de soja comme seul complément azoté, et par HENTY (1970 - 1973) sur des porcs recevant un régime d'engraissement comportant plus de 20 % de féverole entière.

2 - Les variations individuelles dans le gain de poids vif et, par conséquent, l'hétérogénéité des lots, ont été significativement plus élevées pour les veaux des deux sexes dans l'essai I alors qu'elles ont été semblables dans l'essai II. Ces variations entre individus sont apparues après le sevrage à partir du moment où la quantité de féverole ingérée a été maximum. Elles pourraient être dues à certains

facteurs antinutritionnels, comme les tanins, auxquels les animaux seraient plus ou moins sensibles. TOULLEC (travaux en cours), sur des veaux de boucherie recevant un lait de remplacement dont 73 % des matières azotées venaient d'un concentré de protéines de féverole, a aussi observé une réponse variable dans les gains de poids vifs et l'état sanitaire. Dans nos deux essais par contre, l'état sanitaire n'a pas été influencé par l'utilisation de la féverole.

3 - La diminution des performances des veaux mâles recevant le régime "Féverole" dans l'essai I pourrait être attribuée à une digestibilité inférieure de ce régime, associée à la qualité nutritionnelle médiocre de la féverole S 45, comme l'a observé GUILLAUME (1973) chez les volailles. Mc LEOD et al (1972) ont en effet observé avec certaines féveroles des différences plus fortes que nous dans la digestibilité de la matière organique, des matières azotées et dans la rétention azotée, comparativement au tourteau de soja.

4 - Les différences observées entre les deux essais peuvent provenir de la variété de féverole utilisée. Par ailleurs, selon MARTIN (1974), il semble que la durée de conservation des graines puisse avoir une influence sur la persistance de la fraction active des tanins : or, les échantillons utilisés ont été conservés respectivement 10 (essai I) et 16 mois (essai II) après la récolte.

En conclusion, il nous apparaît nécessaire de mieux connaître encore les facteurs de variation de la graine de féverole ainsi que leur influence sur son utilisation digestive et métabolique pour expliquer les différences observées entre essais, entre individus et selon le sexe. Il serait aussi intéressant de préciser les doses d'utilisation des variétés déjà cultivées, ou qui peuvent l'être bientôt, aussi bien pour les jeunes ruminants que pour les monogastriques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

GUILLAUME J., CALET C., 1973. La féverole dans l'alimentation des volailles. B.T.I., 277, 103 - 109.

HENRY Y., 1973. La féverole dans l'alimentation des porcs. B.T.I., 253, 625 - 634.

Mc LEOD N.A., Mc DEARMID A., KAY M., 1972. A note on the use of field beans (*Vicia faba*) for growing cattle. Anim. Prod., 14, 111 - 113.

MARTIN J., 1973-1974. Communication personnelle.

TISSERAND J.L., 1973. Les graines de légumineuse, source d'azote pour les ruminants. Journée d'information sur l'alimentation azotée des animaux, I.N.R.A., 93 - 98.

VERMOREL M., 1973. Influence du décorticage sur la valeur nutritive de la féverole. Bull. Techn. du C.R.Z.V. de Theix, 11.

INFLUENCE DU REMPLACEMENT D'UNE PARTIE DES LIPIDES PAR DES PRODUITS AMYLACES DANS LES ALIMENTS D'ALLAITEMENT DESTINES AU VEAU DE BOUCHERIE : CAS DES ANIMAUX MALES DE RACE FRISONNE

P. THIVEND * et R. TOULLEC **

* *Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants*

** *Station de Recherches Zootechniques*

Le remplacement d'une partie des lipides par des produits amylacés dans les aliments d'allaitement distribués au veau de boucherie, s'est révélé particulièrement favorable (augmentation de la vitesse de croissance, diminution de l'état d'engraissement des carcasses) chez les animaux mâles Normands (TOULLEC, THIVEND, MATHIEU, 1974) et chez les femelles de race Frisonne (THIVEND et TOULLEC, 1973). Un autre essai (TOULLEC, THIVEND, MATHIEU, 1974), effectué avec des veaux mâles Frisons, n'a pas permis de confirmer en totalité l'ensemble des résultats obtenus, peut-être parce qu'en fin d'engraissement, nous avons été amenés à remplacer l'aliment expérimental par un aliment du commerce moins riche en amidon. Pour cette raison, nous avons répété ce dernier essai.

MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisé 26 veaux mâles Frisons. Ces animaux, âgés d'environ 8 jours à l'achat, ont été placés en logettes individuelles, sur litière de copeaux et munis d'une muselière en plastique. Ils ont été pesés à leur arrivée, puis une fois par semaine, à heure fixe, et juste avant l'abattage. Une prise de sang pour la détermination de la valeur de l'hématocrite (CHARPENTIER, 1966) a été effectuée au cours de la première semaine, avant la mise en lots, puis toutes les deux semaines et avant l'abattage. Jusqu'au poids vif de 170 kg, les animaux ont reçu une injection intramusculaire de Fer (1 g de Fer d'extrin) dès que la valeur de leur hématocrite devenait inférieure à 25. Les animaux ont été abattus lorsque leur poids vif a atteint 195 kg, ou quand leur gain de poids devenait inférieur à 11 kg en 14 jours.

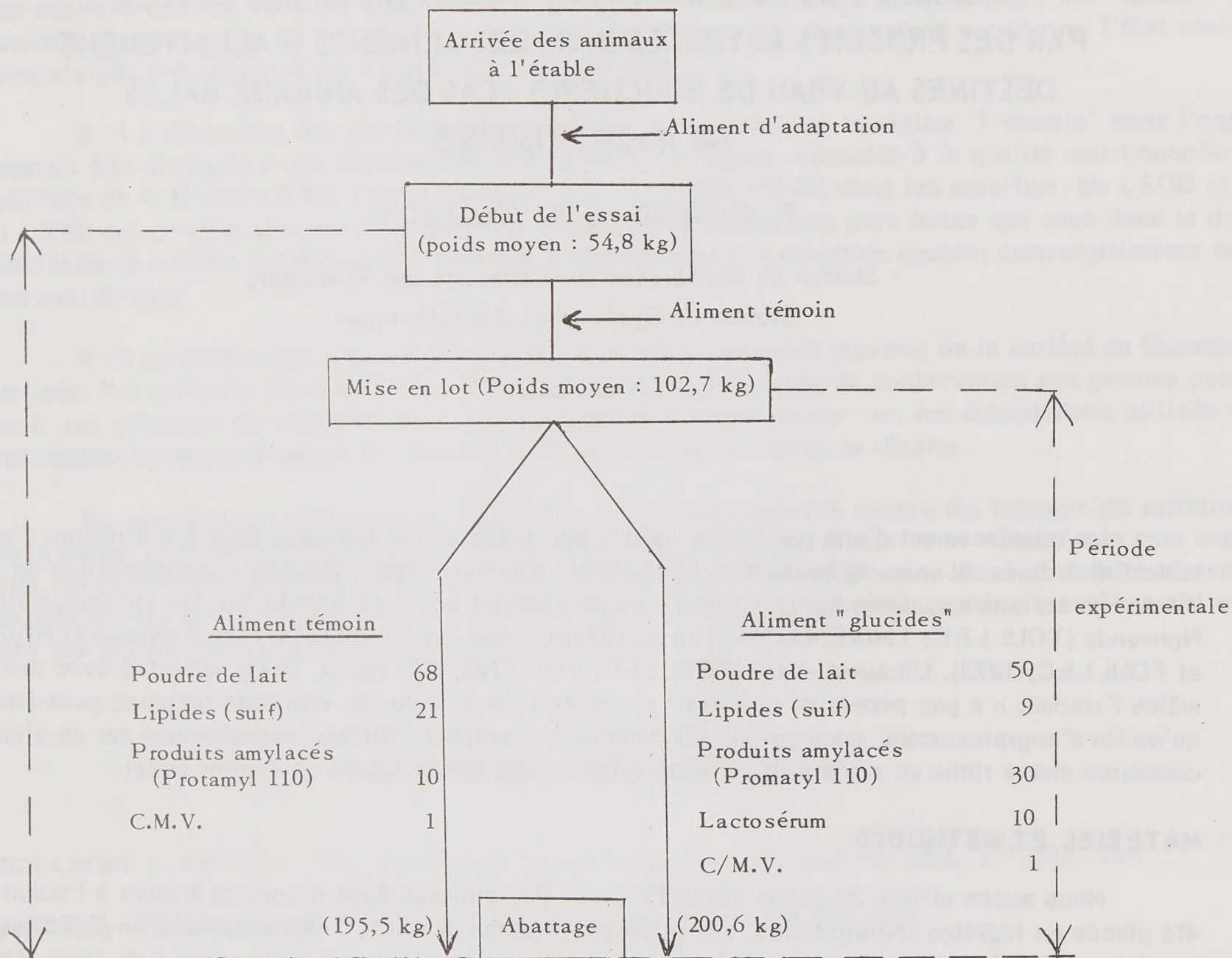
Pendant les 15 jours qui ont suivi leur arrivée à l'étable, les veaux ont reçu un aliment d'adaptation auquel a été progressivement substitué l'aliment témoin contenant 68 % de poudre de lait écrémé, 10 % de produits amylacés (1), 21 % de suif et 1 % de condiment minéral et vitaminique. Cet aliment a été distribué à tous les animaux jusqu'au poids d'environ 100 kg. Les veaux ont alors été répartis en deux lots : ceux du 1er lot (témoin) ont continué à recevoir le même aliment jusqu'à l'abattage, tandis que les autres (lot glucides) ont reçu un aliment expérimental dans lequel 50 % environ des matières grasses ont été remplacés par le même mélange de produits amylacés, tout en maintenant constant le rapport énergie/azote. Cet aliment expérimental contenait 50 % de poudre de lait écrémé, 10 % de lactosérum, 30 % de produits amylacés, 9 % de suif et 1 % de condiment minéral et vitaminique (Figure 1).

** *Centre de Recherches de Rennes - I.N.R.A. 65, rue de St Briec, 35042 RENNES CEDEX*

(1) *PROTAMYL 110 (Société ROQUETTE Frère, 17 Boulevard Vauban, 59002 LILLE CEDEX)*

FIGURE 1

SCHEMA RECAPITULATIF DE L'EXPERIENCE



Au cours des deux premières semaines, le rationnement des animaux a été modéré et identique pour tous. Ensuite, les veaux ont été alimentés en fonction de leur poids vif, les concentrations du lait reconstitué variant progressivement de 130 à 180 g/kg pour le lot témoin et de 130 à 207 pour le lot glucides. Afin que tous les veaux reçoivent sensiblement la même quantité d'énergie brute et d'azote, nous avons déterminé, pour chaque intervalle de poids de 10 kg, un maximum et un minimum entre lesquels nous avons fait varier les quantités offertes à chaque animal, selon l'importance de ses refus. La distribution des aliments a été effectuée deux fois par jour, sauf le dimanche, où un seul repas, correspondant à la moitié du maximum journalier, a été distribué.

RESULTATS

Les résultats ont été calculés à partir du jour où l'ensemble des animaux a reçu l'aliment témoin. Deux animaux ont été abattus avant d'avoir atteint 195 kg, l'un à 186 (témoin) et l'autre à 189 kg (lot «glucides») par suite de trouble digestifs (ulcères gastriques). Nous avons cependant conservé les données relatives à ces deux veaux pour le calcul des résultats.

Les performances des animaux du lot « glucides » ont été plus satisfaisantes que celles des veaux du lot témoin (tableaux 1 et 2), sans que les différences soient toutefois significatives. Le gain de poids vif journalier a été supérieur de 5,8 % pendant la période expérimentale et de 3,4 % pour l'ensemble de l'essai. Au cours de la période expérimentale, les quantités de matière sèche ingérées et l'indice de consommation ont été supérieurs de 14 et 10,4 % pour les animaux du lot « glucides ». Cependant, l'aliment « glucides » étant moins riche en énergie, les quantités totales d'énergie consommées par les animaux des deux lots ont été très voisines. Par conséquent, la quantité d'énergie consommée par kg de gain de poids vif a été moins élevée chez les animaux du lot « glucides », à la fois pendant la période expérimentale (2,8 %) et pour l'ensemble de l'essai (2,6 %).

La teneur en matière sèche des fèces a diminué lorsque les veaux ont reçu des quantités importantes d'amidon, sans pour autant que cet état pseudodiarrhéique s'accompagne de troubles sanitaires ou d'une diminution des performances des animaux.

TABLEAU I
POIDS VIF DES ANIMAUX, DUREE DE L'ESSAI ET GAIN DE POIDS VIF
(moyennes et écart-types)

LOTS	TEMOIN	GLUCIDES
Nombre d'animaux	13	13
Poids vif moyen (kg) :		
- au début de l'essai	58,6 ± 5,1	55,1 ± 5,7
- à la mise en lots	102,7 ± 2,7	102,7 ± 2,8
- à la fin de l'essai	197,5 ± 5,5	200,6 ± 4,7
Nombre de jours :		
- jusqu'à la mise en lots	41,5 ± 7,3	44,7 ± 3,5
- de la mise en lots à la fin de l'essai	75,1 ± 10,9	72,5 ± 5,8
- pendant tout l'essai	116,5 ± 13,9	117,1 ± 6,2
Gain de poids vif (g/j) :		
- jusqu'à la mise en lots	1074 ± 88	1062 ± 131
- de la mise en lots à la fin de l'essai	1283 ± 163	1357 ± 98
- pendant tout l'essai	1205 ± 131	1246 ± 95

TABLEAU II

QUANTITES D'ALIMENTS ET D'ENERGIE CONSOMMEES ET

EFFICACITE ALIMENTAIRE

LOTS	TEMOIN	GLUCIDES
Quantité d'aliments ingérée (kg de matière sèche) :		
- jusqu'à la mise en lots	59,0 $\pm$ 9,4	62,6 $\pm$ 4,83
- de la mise en lots à l'abattage	163,9 $\pm$ 18,9	186,8 $\pm$ 15,7
- pendant tout l'essai	222,9 $\pm$ 21,7	249,2 $\pm$ 15,2
Quantité d'énergie consommée (Mcal) :		
- jusqu'à la mise en lots	313,1 $\pm$ 49,8	332,7 $\pm$ 25,6
- de la mise en lots à l'abattage	870,5 $\pm$ 100,4	874,1 $\pm$ 73,6
- pendant tout l'essai	1183,6 $\pm$ 115,1	1206,8 $\pm$ 72,6
Efficacité alimentaire (kg d'aliment/kg de gain de poids vif)		
- jusqu'à la mise en lots	1,41 $\pm$ 0,08	1,41 $\pm$ 0,19
- de la mise en lots à l'abattage	1,83 $\pm$ 0,22	2,02 $\pm$ 0,15
- pendant tout l'essai	1,70 $\pm$ 0,16	1,82 $\pm$ 0,15
Efficacité alimentaire (Mcal d'énergie brute/kg de gain poids vif) :		
- jusqu'à la mise en lots	7,08 $\pm$ 0,46	7,09 $\pm$ 0,98
- de la mise en lots à l'abattage	9,19 $\pm$ 1,13	8,93 $\pm$ 0,69
- pendant tout l'essai	8,53 $\pm$ 0,85	8,31 $\pm$ 0,70

Aucune différence significative n'a été observée dans les résultats d'abattage (tableau 3). Cependant, le rendement commercial a été légèrement moins élevé pour les animaux du lot « glucides », ce qui est dû notamment à un contenu digestif plus important. L'état d'engraissement des carcasses (apprécié à la fois par la pesée des dépôts adipeux périrénaux, péritonéaux et intestinaux et par l'observation visuelle) a été satisfaisant et identique pour les deux lots. La coloration de la viande a également été satisfaisante ; la note attribuée et les valeurs de l'hématocrite ont été légèrement supérieures pour les animaux du lot « glucides ».

Les résultats de cet essai confirment en partie les données que nous avons obtenues précédemment sur l'utilisation des amidons dans les aliments d'allaitement destinés au veau de boucherie abattu au poids vif d'environ 200 kg. A partir de l'âge d'environ 8 semaines, on peut avantageusement remplacer une partie des matières grasses par des produits amylacés (27 % environ dans le cas de cet essai) sans pour autant diminuer les performances des animaux. Au contraire, nous avons noté une tendance à une augmentation de la vitesse de croissance qui a été, pour cet essai, d'environ 6 % pendant la période expérimentale. Seule, l'efficacité alimentaire (exprimée en kg d'aliment ingéré par kg de gain de poids vif) a été moins bonne avec l'aliment riche en amidon, du fait de sa faible teneur en énergie par rapport à celle de l'aliment témoin.

TABLEAU III

RESULTATS D'ABATTAGE ET EVOLUTION DE LA VALEUR DE L'HEMATOCRITE

LOTS	TEMOIN	GLUCIDES
Poids vif à l'abattage (kg)	193,5 + 4,3	196,5 + 6,8
Poids de carcasse (kg)	121,7 + 2,7	122,5 + 3,5
Poids du contenu digestif (a)	4,74 + 1,01	5,15 + 1,68
Rendement en carcasse :		
. commercial (a)	62,9 + 1,1	62,3 + 1,5
. vrai (b)	65,9 + 1,0	65,8 + 1,6
Poids du foie (b)	1,98 + 0,23	1,92 + 0,18
Poids des dépôts adipeux (b, c)	2,29 + 0,36	2,44 + 0,30
Note de coloration (d)	2,36 + 0,47	2,50 + 0,59
Valeur de l'hématocrite :		
, au début de l'essai	34,1 + 7,5	32,3 + 5,1
. à la mise en lots	22,0 + 4,9	21,4 + 2,6
. à l'abattage	22,6 + 3,1	24,6 + 3,2
Poids du gros intestin (p. 100 du poids du tube digestif)	27,31 + 3,42	30,38 + 3,48

(a) p. 100 du poids vif.

(b) p. 100 du poids vif vide

(c) somme des dépôts périrénaux, péritonéaux et intestinaux.

(d) note de 1 (blanc) à 5 (rouge)

Dans des conditions expérimentales analogues, nous avons cependant observé un effet positif plus marqué sur la croissance et sur l'efficacité alimentaire (exprimée en énergie) avec des veaux mâles Normands ou avec des femelles Frisonnes. En outre, la distribution de l'aliment riche en produits amylacés avait permis de diminuer notablement l'état d'engraissement des carcasses, ce qui s'explique par un accroissement des quantités de protéines et une réduction des quantités de lipides fixées par jour (VERMOREL et al., 1973). Il semble donc que le génotype des animaux joue un rôle important dans l'utilisation des régimes riches en amidon. Il apparaît cependant difficile d'expliquer les différences observées dans ce domaine selon le sexe, tout du moins avec les animaux Frisons.

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. C. MARPILLAT, M. GAGNADRE et B. CHALVET de RECY pour leur aide technique, Mmes M.P. GIRARD et P. JOURNAIX pour les analyses de laboratoire qu'elles ont effectuées. Nous adressons nos remerciements à la Société ROQUETTE Frères qui a participé financièrement à la réalisation de cet essai.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHARPENTIER J., 1966. Pigmentation musculaire du veau de boucherie. I. Facteurs de variations. Ann. Zootech., 15, 181-196.
- THIVEND P., TOULLEC R. 1973. Accroissement du poids à l'abattage des veaux de boucherie : cas des femelles de race laitière. C.R. Acad. Agric. 59. 439-447
- TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.M., 1974. Production de veaux à l'engrais de poids élevé : Influence de la race (Frisonne - Normande) et de la source d'énergie (lipides - glucides). Bull. Tech. C.R.Z.V. 15, 5-14. Ed. S.E.I. versailles
- VERMOREL M., BOUVIER J.C., THIVEND P., TOULLEC R., 1973. Utilisation énergétique des aliments d'allaitement par le veau préruminant à l'engrais à différents poids. VI congrès d'Energétique. Baiersbrown.

APTITUDES DU CHAROLAIS A LA PRODUCTION DE VIANDE

Y. GEAY, C. BERANGER

Laboratoire de la production de Viande

Le jeune bovin mâle, abattu entre 14 et 18 mois, représente actuellement la forme la plus intensive de production de viande. C'est ce type d'animal qui a été récemment l'objet des études les plus nombreuses et a permis de mettre en évidence de façon la plus marquante les différences entre races. Parmi celles-ci, la race Charolaise apparaît l'une des plus efficaces pour transformer les aliments en viande grâce à une aptitude très élevée à la formation de muscles.

Nous avons déjà fait état de quelques caractéristiques de cette race exploitée en jeune bovin dans un numéro précédent du Bulletin (1) et au cours des Journées Jeunes Bovins (2). A l'occasion d'une synthèse sur les aptitudes de cette race (3), il nous est apparu utile de regrouper d'une façon complète et plus approfondie ces caractéristiques en les comparant à celles de la race Frisonne, race laitière d'extension mondiale. Une telle comparaison permettra en effet de mettre en évidence les aptitudes particulières à la production de viande d'une race spécialisée à cette fin, par rapport à celles d'une race laitière.

A - AVANTAGES DU TAURILLON CHAROLAIS : SA CAPACITE DE PRODUCTION DE MUSCLE ET SON EFFICACITE ALIMENTAIRE ELEVEES

Le taurillon Charolais se caractérise par :

1°) Un gain de poids vif journalier élevé :

Celui-ci s'observe aussi bien durant la période d'élevage que durant la phase d'engraissement. C'est ainsi que l'Institut Technique de l'Elevage Bovin a enregistré en 1972, de la naissance au sevrage, des croûts de 1081 g/j sur 265 veaux mâles Charolais et de 810 g/j sur 282 veaux mâles Frisons élevés sous la mère, dans des conditions de milieu comparables ; les Charolais Frisons réalisant 912 g/j (106 animaux) (J. LEGENDRE et N. GRENET). Durant la phase d'engraissement (de 9 à 14 mois), en station de contrôle individuel, les taurillons de testage Charolais ont eu également un gain de poids vif très élevé (1432 g/j sur 176 animaux contrôlés) ; des Blonds d'Aquitaine élevés dans les mêmes stations (335 animaux) réalisant 1372 g/j (GAILLARD et FREBLING, 1972).

2°) Un très bon rendement en muscles :

C'est ainsi (tableau 1) qu'à un même poids vif de 526 kg, un taurillon Charolais fournit 223 kg de muscles, tandis qu'un taurillon Frison en fournit 185, soit 38 kg en moins. Le rendement en muscles dépend à la fois du rendement en carcasse et de la composition de celle-ci. Afin d'éliminer les variations de poids vif dues aux variations de contenus digestifs, nous rapportons le poids de carcasse chaude au poids vif vide de l'animal, déterminant ainsi le rendement vrai. Le poids de carcasse présente

(1) Y. GEAY, C. MALTERRE. *Bull. Tech. du C.R.Z.V.* n°14, p. 17

(2) C. BERANGER, Y. GEAY. 1976. *La production de Viande par les Jeunes Bovins*. Ed. SEI-CNRA Versailles n°46 p. 81-95

(3) Ce texte a été rédigé à partir d'une communication présentée par les auteurs aux Journées Internationales du Charolais à Vichy, le 11 septembre 1974.

une allométrie positive par rapport au poids vif, due essentiellement à une croissance relative plus élevée des dépôts adipeux ; par suite, le rendement vrai augmente au cours de l'engraissement (tableau 2 : 66,9 à 68,1). Dès 9 mois, le rendement en carcasse du Charolais est supérieur à celui du Frison (8,6 %) et cette différence est maintenue en fin d'engraissement.

TABLEAU I

RESULTATS D'ABATTAGE DE TAURILLONS CHAROLAIS ET FRISONS AYANT LE MEME POIDS VIF

RACES	CHAROLAIS	FRISONS
Nombre d'animaux abattus	59	80
Poids vif (kg)	527	526
Poids de carcasse chaude (kg)	314	293
$\frac{\text{Poids de carcasse chaude}}{\text{Poids vif vide}} \times 100$	68,2	63,3
Poids de muscle (kg)	223	185
Poids de gras	30	51

TABLEAU II

EVOLUTION DES RENDEMENTS EN CARCASSE ET EN MUSCLES
ET DE LA COMPOSITION DES CARCASSES DE TAURILLONS CHAROLAIS ET FRISONS AU COURS
DE L'ENGRAISSEMENT, A PARTIR DE 9 MOIS

(le mode d'élevage des taurillons étant identique : lait + herbe de 0 à 9 mois)

Age à l'abattage	9 mois		16 mois	
	CHAROLAIS	FRISONS	CHAROLAIS	FRISONS
Races				
Nombre d'animaux abattus	6	14	26	18
Rendement en carcasse (p. 100)	66,9	61,6	68,1	62,7
Composition de la carcasse (p. 100) :				
- Muscle	74,1	70,1	73,4	65,4
- Gras	7,1	9,8	12,7	17,8
- Os	18,8	20,1	13,9	16,8
- Protéines	19,9	18,7	19,3	18,1
- Lipides	7,3	9,3	11,8	16,6

La composition de la carcasse du taurillon Charolais et son évolution au cours de l'engraissement, expliquent également son rendement élevé en muscles (tableau 2). A 9 mois, la proportion de muscles est élevée : 74 %. De 9 à 15 mois, le gain de muscles représente une part très importante du gain de carcasse (71 %), et à 16 mois la proportion de muscles n'est que légèrement inférieure à ce qu'elle représentait à 9 mois (73,4 %). La proportion de dépôts adipeux dans la carcasse, en revanche, est très faible à 9 mois (7,1) et n'atteint pas encore une valeur suffisante à 16 mois (12,7 %). Cette évolution lente de la composition corporelle chez le Charolais est une des principales caractéristiques de la race. A l'opposé, le taurillon Frison, ayant à 9 mois une carcasse un peu plus grasse, comportant un peu moins de muscles que celle du Charolais, fournit à 16 mois une carcasse beaucoup plus grasse (17,8 % de dépôts adipeux : valeur limite normalement acceptable pour la commercialisation). La proportion de dépôts adipeux représente chez cet animal 27 % du croît de la carcasse contre 21 % chez le Charolais (tableau 3).

TABLEAU III
COMPOSITION DU GAIN DE POIDS VIF (et du gain de carcasse) DURANT L'ENGRAISSEMENT DE 9 A 16 MOIS

	CHAROLAIS		FRISONS	
Carcasse	66,8		60,7	
Muscles	47,4	(70,5)	36,8	(61,9)
Gras	13,7	(20,9)	16,4	(26,5)
Os	5,7	(8,6)	7,0	(11,5)
Protéines	12,6	(18,7)	10,9	(17,5)
Lipides	12,2	(18,7)	15,3	(24,6)

A même poids de carcasse (tableau 4), la proportion et donc le poids de gras dans la carcasse, varient presque du simple au double entre le Charolais et le Frison, ce qui traduit bien les différences importantes de précocité. Entre ces deux extrêmes se situent les autres races ou croisements.

TABLEAU IV
CROISSANCE ET COMPOSITION DES CARCASSES DE JEUNES BOVINS CHAROLAIS ET FRISONS
AYANT LE MEME POIDS MOYEN A L'ABATTAGE

RACES	Nombre	Gain moyen quotidien (g/ j)	Poids de carcasse chaude (kg)	Rendement vrai (p. 100)	Gras dans la carcasse (p.100)	Muscles dans la carcasse (p.100)	$\frac{\text{Poids de muscles} \times 100}{\text{Poids vif vide}}$
Charolais	63	1340 ± 300	313 ± 13	$67,9 \pm 1,4$	$9,7 \pm 2,9$	$70,3 \pm 3,2$	47,3
Frisons	33	$1219 \pm$	309 ± 18	$64,0 \pm 1,2$	$17,3 \pm 4,3$	$63,5 \pm 4,7$	40,6

3°) Un faible indice de consommation :

La vitesse de croissance musculaire élevée du taurillon Charolais s'accompagne d'une capacité d'ingestion faible. Ce phénomène est difficile à mettre en évidence en raison des variations d'appétit, liées aux aliments et rations, et aussi aux conditions de milieu (mode de stabulation, ingestion de paille, ambiance, etc...). Cependant, avec un même régime condensé, riche en céréales, nous avons obtenu entre 9 et 15 mois, les valeurs moyennes suivantes (en kg de matière sèche ingérée par 100 kg de poids vif) : 1,82 pour les Frisons, 1,54 pour les Charolais. Rapportée au poids métabolique, la quantité de matière sèche ingérée a été de 82 g pour les Frisons et de 71 g pour les Charolais. Ces différences d'appétit peuvent être liées aux différences de développement du tube digestif : celui-ci représente en effet à 15 mois : 5,5 % du poids vif chez les Charolais et 7 % chez les Frisons.

Il en résulte que les quantités d'énergie ingérées seront très différentes pour un même poids et un même gain de poids, notamment entre le Charolais et le Frison. C'est ce qu'ont montré les résultats obtenus avec R. JARRIGE en 1970 (4), portant notamment sur 54 Frisons, 71 Charolais $\times$ Salers et 89 Charolais, alimentés ad libitum, avec des rations condensées. Ainsi, pour un croît de 1200 g/j, et à 400 kg de poids vif, les taurillons Frisons ingèrent 7,9 U.F. et les taurillons Charolais 6,8 U.F., soit 14 % d'énergie en moins. Le taurillon Charolais a donc, durant sa période d'engraissement, un indice de consommation faible, et par suite une efficacité de transformation des aliments en viande consommable plus élevée. C'est ainsi que nous avons obtenu une ingestion de 17 U.F./kg gain de muscle pour les Frisons et 12,8 pour les Charolais au cours des expériences dont les résultats figurent aux tableaux 2 et 3.

- Cas particulier du taurillon Charolais culard

Le taurillon Charolais culard représente le type extrême de l'animal ayant une aptitude toute particulière à la production de muscles. Les résultats obtenus à l'I.N.R.A. montrent que, pour un même poids de carcasse, ce type d'animal a un rendement supérieur de 3 à 4 points à celui du taurillon Charolais normal, et surtout, fournit une carcasse comportant 13 % de muscles en plus. Il forme très peu de graisse jusqu'à 20 mois, sa carcasse pesant près de 400 kg ne comporte que 6 % de dépôts adipeux alors que celle d'un veau Frison de 9 mois, pesant 160 kg, contient déjà 9,8 % de dépôts adipeux. Entre 15 et 20 mois, le croît de carcasse d'un Charolais culard contient seulement 13 % de dépôts adipeux alors que celui d'un taurillon Charolais normal en comporte 30 %, presque autant que celui d'un taurillon Frison entre 9 et 12 mois. L'appétit du culard est plus faible que celui des animaux normaux, et le poids de son tractus digestif plus restreint (4,7 % du poids vif vide contre 5,5). Bien qu'il croisse moins vite qu'un animal normal, son efficacité alimentaire est voisine (5,7 contre 5,4 U.F./kg gain de poids vif de 9 à 15 mois).

B - CONSEQUENCES POUR L'ALIMENTATION

L'utilisation de rations riches en céréales permet d'accroître la quantité d'énergie ingérée par les jeunes bovins. Elle se traduit d'une façon générale par une augmentation de la vitesse de croissance et une amélioration de l'efficacité alimentaire. Elle modifie également la composition du croît, entraînant en fin d'engraissement, une augmentation de la formation du gras. Chez les animaux de races précoces, la distribution de rations très énergétiques favorise très tôt une formation excessive de dépôts adipeux et constitue un obstacle à l'obtention de carcasses lourdes. C'est ainsi que nous avons constaté qu'une augmentation du niveau énergétique de la ration de taurillons Salers entre 9 et 15 mois ne permet pas d'accroître significativement le poids de carcasse, mais augmente de 53 % la proportion de gras dans celle-ci (tableau 5). Dans le cas du Charolais, à l'inverse, l'augmentation du niveau énergétique de la ration ne modifie pas la composition de la carcasse, mais permet d'accroître le poids de celle-ci de 10 % (tableau 5). Cette faible précocité du Charolais en fait donc un animal particulièrement apte à valoriser les rations de concentration énergétique élevée, en particulier les rations riches en céréales.

(4) R. JARRIGE et al., 1970, dans la *Production de Viande par les Jeunes Bovins*. Ed. SEI-CNRA Versailles. Etude n°46 p. 167

TABLEAU V

INFLUENCE DE LA PRECOCITE DES JEUNES BOVINS SUR L'UTILISATION
D'UNE RATION RICHE EN CEREALES

Type génétique Caractéristiques de la ration (1)	SALERS		CHAROLAIS	
	Fourrages	Céréales	Fourrages	Céréales
Nombre d'animaux	6	6	5	5
Durée (jours)	188	188	184	184
Age à l'abattage	← 15 mois →			
Energie métabolisable (Mcal/ j)	19,8	22,0	17,7	20,8
Gain moyen journalier (g/ j)	1183	1184	1034	1221
Poids de carcasse chaude (kg)	316,4	320,0	303,3	334,2
Composition des carcasses (en p. 100) :				
. Muscles	66,7	63,7	72,1	71,8
. Gras	11,4	17,4	8,2	9,5

(1) - Ration fourrage : 80 p. 100 luzerne déshydratée, 20 p. 100 concentré.

- Rations céréales : 20 p. 100 luzerne déshydratée, 80 p. 100 concentré (10 p. 100 de tourteau + 70 p. 100 de céréales)

C - HANDICAP DU TAURILLON CHAROLAIS : sa trop faible rapidité d'engraissement

Cette aptitude à produire du muscle aux dépens de la formation des dépôts adipeux peut présenter quelques inconvénients sur le plan de la qualité de la viande du taurillon de 15-16 mois : celle-ci comporte en effet une trop faible quantité de lipides intramusculaires : 2,6 % contre 3,7 % chez le taurillon Frison de même âge. Cela entraîne une succulence et une saveur souvent insuffisantes (d'après les premiers travaux de la Station de Recherches sur la Technologie de la Viande).

Afin d'augmenter l'état d'engraissement du jeune bovin Charolais à l'abattage et produire une viande plus « persillée », on peut envisager plusieurs solutions :

a) - Lui réserver les rations riches en céréales lorsqu'on souhaite l'abattre à 16-17 mois.

b) - L'abattre à un âge plus élevé se situant vers 20 mois, lorsqu'on lui réserve des rations moins concentrées. En effet, des taurillons Charolais ayant reçu une ration comportant 70 % de fourrages, ont présenté à cet âge un état d'engraissement satisfaisant (14,5 % de dépôts adipeux dans la carcasse). Durant la phase finale d'engraissement (entre 15 et 20 mois), le croît de la carcasse a comporté 30 % de dépôts adipeux (proportion observée chez les Frisons de 9 à 15 mois). Cependant, la croissance musculaire n'a pas été pour autant fortement ralentie puisque le gain de muscles a représenté encore 37,7 % du gain de poids vif (contre 36,8 % chez un Frison entre 9 et 15 mois).

c) - Peut-être le castrer : lors des premières comparaisons effectuées entre taurillons et bouvillons, ces derniers avaient été castrés précocement vers l'âge de 9 à 10 mois. Ainsi, au cours de l'expérience dont les résultats sont rapportés au tableau 6 où le régime d'engraissement comportait des betteraves et du foin de luzerne condensé, on a observé chez les bouvillons, par rapport aux taurillons, une diminution du gain de poids vif de 23 %, du poids de carcasse de 8,5 % et une augmentation de l'état d'engraissement de 6,3 points, soit 63 % de dépôts adipeux en plus. La quantité d'aliment consommée par kg de gain a été de 27 % supérieure à celle des taurillons. La castration ainsi pratiquée a bien facilité l'engraissement mais a diminué fortement la production de muscles et l'efficacité alimentaire. Cependant, on peut se demander si une castration pratiquée plus tardivement, à 13 ou 16 mois, ne permettrait pas de bénéficier jusqu'à ces âges des avantages de croissance et d'efficacité alimentaire du taurillon, tout en facilitant au-delà, la formation plus rapide des dépôts adipeux lors de la phase finale d'engraissement.

TABLEAU VI
CROISSANCE, QUANTITES INGEREES, POIDS ET COMPOSITION
DES CARCASSES DE BOUVILLONS ET DE TAURILLONS CHAROLAIS ABATTUS à 15 MOIS

Type d'animal	TAURILLONS	BOUVILLONS
Nombre d'animaux	13	13
Poids initial (kg)	372 ± 35	375 ± 46
Poids final (kg)	544 ± 39	506 ± 52
Durée (j)	120	120
Gain moyen quotidien (g/j)	1430 ± 142 **	1088 ± 160
Quantité de matière sèche ingérée (kg) :		
- par jour	10,18 ± 0,86	10,06 ± 1,25
- par kg de gain	7,1	9,2
- par 100 kg de poids vif	2,22 ± 0,11	2,28 ± 0,19
U.F. ingérées/kg de gain	5,36 ± 0,68 **	6,91 ± 0,90
Poids de carcasse chaude (kg)	328 ± 33	300 ± 34
$\frac{\text{Poids de carcasse chaude}}{\text{Poids vif vide}} \times 100$	70,0 ± 1,6 **	69,1 ± 1,1
Composition de la 11 ^e côte (p. 100) :		
- gras	13,48 ± 2,32 **	21,23 ± 4,04
- muscles	70,16 ± 2,38 **	62,34 ± 3,95

** (P < 0,01)

D - APTITUDES DU CHAROLAIS A LA PRODUCTION DE BOEUFs DE 2-3 ANS

Les animaux Charolais sont principalement utilisés en France pour la production de « chatrons », abattus de 24 à 30 mois, au poids de 650-700 kg. Dans ces conditions, l'animal n'extériorise son potentiel de croissance que durant les périodes de bonne alimentation, en particulier durant la phase de finition.

Durant la période hivernale, entre 9 et 13 mois, les bouvillons Charolais recevant généralement un faible niveau alimentaire réalisent un gain modéré, mais ils effectuent ensuite au pâturage une croissance « compensatrice » leur permettant de rattraper partiellement ce retard de croissance. Cependant, lorsqu'on accroît le niveau alimentaire hivernal afin de leur assurer un croît moyen de 600 à 800 g/j,

la croissance ultérieure au pâturage demeure élevée (750-900 g). En effet, les bouvillons Charolais qui ont réalisé une telle croissance durant l'hiver, sont encore très maigres à la mise à l'herbe. Au contraire, dans les mêmes conditions, les bouvillons Frisons sont déjà « en état », et par suite ont une croissance plus faible au pâturage l'été suivant.

Ainsi, les bouvillons Charolais sont capables de réaliser une croissance plus continue que d'autres races, en particulier au cours de l'hiver et au pâturage durant l'été suivant.

Lors de la période de finition, soit à l'auge entre 20 et 24 ou 30 et 33 mois, soit à l'herbe entre 25 et 30 ou 37 et 40 mois, les boeufs Charolais s'engraissent plus lentement que ceux d'autres races avec un croît souvent légèrement supérieur ; cela permet d'obtenir des carcasses lourdes et pas trop grasses. Par suite, pour un même poids vif ou pour un même poids de carcasse, on retrouve, par rapport à d'autres races, des différences analogues à celles obtenues précédemment chez le taurillon Charolais : un poids de carcasse supérieur et un poids de gras plus faible (cf. tableau 7). En outre, leur consommation reste un peu plus faible que celle des autres animaux.

TABLEAU VII

PRODUCTION DE BOEUFs DE 24 OU DE 30 MOIS A PARTIR
D'ANIMAUX DE RACE CHAROLAISE, SALERS OU MAINE-ANJOU CONDUITS
DANS LES MEMES CONDITIONS

(I.N.R.A. Le Pin au Haras)

RACES	Boeufs de 24 mois engraissés à l'auge			Boeufs de 30 mois engraissés au pâturage		
	CH	SL	MA	CH	SL	MA
Nombre d'animaux	26	14	24	26	14	24
Poids à 21 mois (kg)	508	512	486	508	512	486
Durée d'alimentation à l'auge (j)	110	95	101	107	105	101
Poids final (kg)	610	598	598	522	528	519
Gain moyen journalier (g)	901	883	1062	159	130	287
M.S./ 100 kg de poids vif (au cours de l'engraissement à l'auge)	1,74	1,75	1,87	-	-	-
Nombre d'animaux abattus	26	14	24	16	14	23
Durée d'engraissement au pâturage (j)	-	-	-	156	110	153
Gain moyen journalier au pâturage (g)	-	-	-	958	1237	993
Poids final (kg)	-	-	-	653	630	652
Poids vif à l'abattage (kg)	505	497	488	536	515	533
Poids de carcasse chaude (kg)	336	318	319	359	334	351
Rendement vrai (p. 100)	66,6	64,0	65,2	66,8	64,6	65,7
Dépôts adipeux dans la « 11ème côte » (p.* 100)	17,6	20,5	19,2	15,6	17,3	15,9
Nombre d'animaux finis à l'auge à 33 mois	-	-	-	10	0	1

36

L'ALLAITEMENT ARTIFICIEL DES AGNEAUX

Quelques observations technico-économiques
effectuées sur le troupeau du domaine de la Fage

T. PIESTRAK (1), J.C. FLAMANT *, G. MOLENAT
avec la collaboration de

A. ARTIERES *, Michèle JACQUIN * et M. MAQUERE *

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

** Laboratoire de Génétique des Petits Ruminants (2)*

Les recherches poursuivies depuis une dizaine d'années sur l'allaitement artificiel des agneaux ont abouti à la mise au point d'aliments et de méthodes d'élevage bien adaptés. En revanche, les références issues de la pratique zootechnique courante, qui devraient permettre de préciser l'impact économique des solutions techniques envisagées, sont rares car la collecte des informations y est difficile. En particulier les temps de travaux, les quantités d'aliments ingérées et la répartition des causes de mortalité ne peuvent pas être enregistrés avec une précision suffisante. A cet égard, les domaines expérimentaux de l'INRA sont susceptibles, comme dans le cas présent, d'apporter beaucoup car les conditions d'élevage y sont proches de la pratique et les structures permettent les enregistrements.

Le domaine de la Fage (Aveyron) est spécialisé dans les recherches sur l'amélioration génétique de la production laitière chez la brebis et on y compare les potentialités laitières à la traite de différents génotypes (races de Lacaune, Frisonne, Sarde et croisements) depuis le début de la lactation. Cette option expérimentale impliquant le recours à l'allaitement artificiel des agneaux, une unité importante a été installée dans un bâtiment spécialisé. Cette unité que l'on peut considérer maintenant comme opérationnelle (elle reçoit, depuis 3 ans, plus de 400 agneaux par an) nous a permis d'effectuer en partie les observations évoquées ci-dessus et qui font généralement défaut. Nous allons exposer ici les résultats de nos premières investigations (agnelage de printemps 1974) après avoir présenté brièvement les solutions retenues sur le plan de l'organisation et des techniques d'élevage.

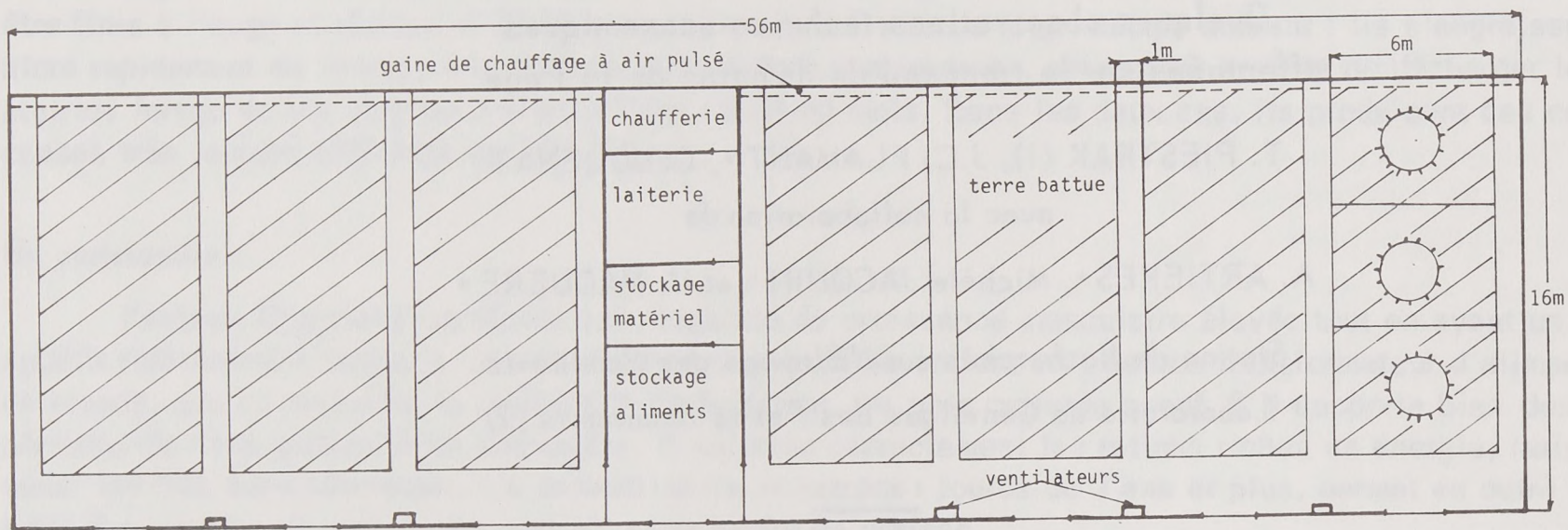
I - ORGANISATION DE L'UNITE D'ALLAITEMENT ARTIFICIEL DES AGNEAUX

1°) - Le bâtiment est équipé d'un système de chauffage et de ventilation dynamique. Il se compose d'une série de travées en terre battue séparées par des couloirs bétonnés pour la circulation du matériel. Les animaux, par lot de 30 environ, sont logés sur litière de paille (voir le plan)

(1) Adresse actuelle : Institut d'Elevage. Académie agricole de Cracovie (Pologne)

(2) Centre de Recherches de Toulouse - BP 12 - 31 320 Castanet Tolosan (MM. A. ARTIERES et M. MAQUERE résident au domaine de la Fage - 12 250 Roquefort).

Plan du Bâtiment



2^o) - Le matériel : Le lait artificiel, offert à la température ambiante dans des récipients en matière plastique (contenance 50 à 80 l) équipés de tétines, demeure en permanence à la disposition des animaux. Il est préparé à chaud dans un mélangeur de grande capacité et distribué tiède à l'aide d'une pompe, d'un tuyau souple et d'un robinet-vanne manuel à bec verseur du type «distributeur d'essence».

3^o) - Les agneaux, principalement de race Lacaune (mais également de race Sarde ou issus de croisements divers), sont systématiquement séparés des mères 8 à 12 heures après la naissance. A l'issue de la «phase d'apprentissage» qui dure de 24 à 48 heures et consiste à amener les animaux à la tétine 2 à 4 fois par jour pour les habituer au lait artificiel et au mode de distribution, les lots sont constitués. Le lait de remplacement (16 % de matière sèche) est alors distribué à volonté jusqu'à l'âge de 24 jours puis limité d'abord à 1,8 kg/ agneau et par jour pendant 6 jours, et ensuite à 1 kg pendant 7 jours. Le sevrage a donc lieu à 37 jours en moyenne. Les aliments solides (foin et concentré) sont distribués à volonté dès la 2^{ème} semaine.

II - LES TEMPS DE TRAVAUX

Pendant 34 jours consécutifs au cours desquels l'effectif de l'unité d'allaitement est passé de 181 à 533 agneaux (du 7^{ème} jour d'agnelage au sevrage des premiers agneaux), nous avons enregistré quotidiennement le temps réellement consacré à chacune des opérations suivantes :

- apprentissage des agneaux
- nettoyage du matériel
- préparation du lait de remplacement
- autres opérations courantes (constitution des lots, distribution des aliments solides, nettoyage des locaux et paillage).

Les résultats obtenus, exprimés chaque fois pour un agneau (1), sont rapportés dans le tableau 1.

TABLEAU I
RELEVÉ DES TEMPS DE TRAVAUX POUR LES DIFFÉRENTES
OPÉRATIONS DURANT LA PHASE D'ALLAITEMENT

Opération	TEMPS MOYEN	
	par agneau/ jour (secondes)	Total par agneau jusqu'au sevrage (minutes)
Apprentissage des agneaux	-	11
Nettoyage du matériel	8	5
Préparation du lait de remplacement	12	7 mn 30 s
Distribution du lait de remplacement	9	5 mn 30 s
Autres opérations courantes	10	6

L'allaitement artificiel des agneaux a donc nécessité, au printemps 1974, 35 minutes de travail par agneau. La première semaine de vie de l'animal représente à elle seule 43 % de ce total par suite de la nécessité d'amener deux à trois fois par jour l'agneau à la tétine, au cours des deux premiers jours.

Le temps consacré chaque jour à l'apprentissage des agneaux est très largement dépendant de l'évolution du nombre des naissances (figure 1 A), donc de l'étalement de l'agnelage. Il en résulte des « périodes de pointe » qui peuvent être très importantes dans le cas d'agnelages très groupés. Quant aux autres travaux, plus programmables et plus routiniers, on pourrait penser que leur durée quotidienne évolue moins vite que le nombre d'agneaux (dans la limite du plein emploi du matériel et de la main d'œuvre). Au contraire, nous avons constaté qu'en moyenne le temps nécessaire à toutes ces opérations (nettoyage + préparation - distribution du lait + autres opérations courantes) est resté sensiblement proportionnel à l'effectif des animaux présents dans l'unité (figure 1 B). On peut attribuer cela au fait que l'admission de nouveaux agneaux, au fur et à mesure que l'agnelage se déroule, perturbe le fonctionnement de l'unité et conduit à des réajustements des quantités de lait préparées, à la mise en service de nouveau matériel et à la constitution de nouveaux lots. Cette hypothèse s'appuie sur la correspondance qui existe entre les pics d'agnelage et les pics de main d'œuvre mis en évidence sur la figure 1 B. Il est cependant probable que pour des agnelages très groupés, le travail ramené à l'agneau diminue quand l'effectif augmente, mais alors « l'entrée en apprentissage » d'un nombre très élevé d'agneaux, sur une période très courte, obligerait à faire appel momentanément à un personnel supplémentaire vraisemblablement moins qualifié que le personnel habituel, ce qui pourrait avoir pour conséquences une augmentation exagérée du temps d'apprentissage et un accroissement des risques de pertes d'agneaux par défaut d'adaptation.

(1) Mode de calcul des temps par agneau :

Temps d'apprentissage :
$$\frac{\text{temps total consacré à l'apprentissage sur toute la période contrôlée}}{\text{nombre d'agneaux admis dans l'unité au cours de la période}}$$

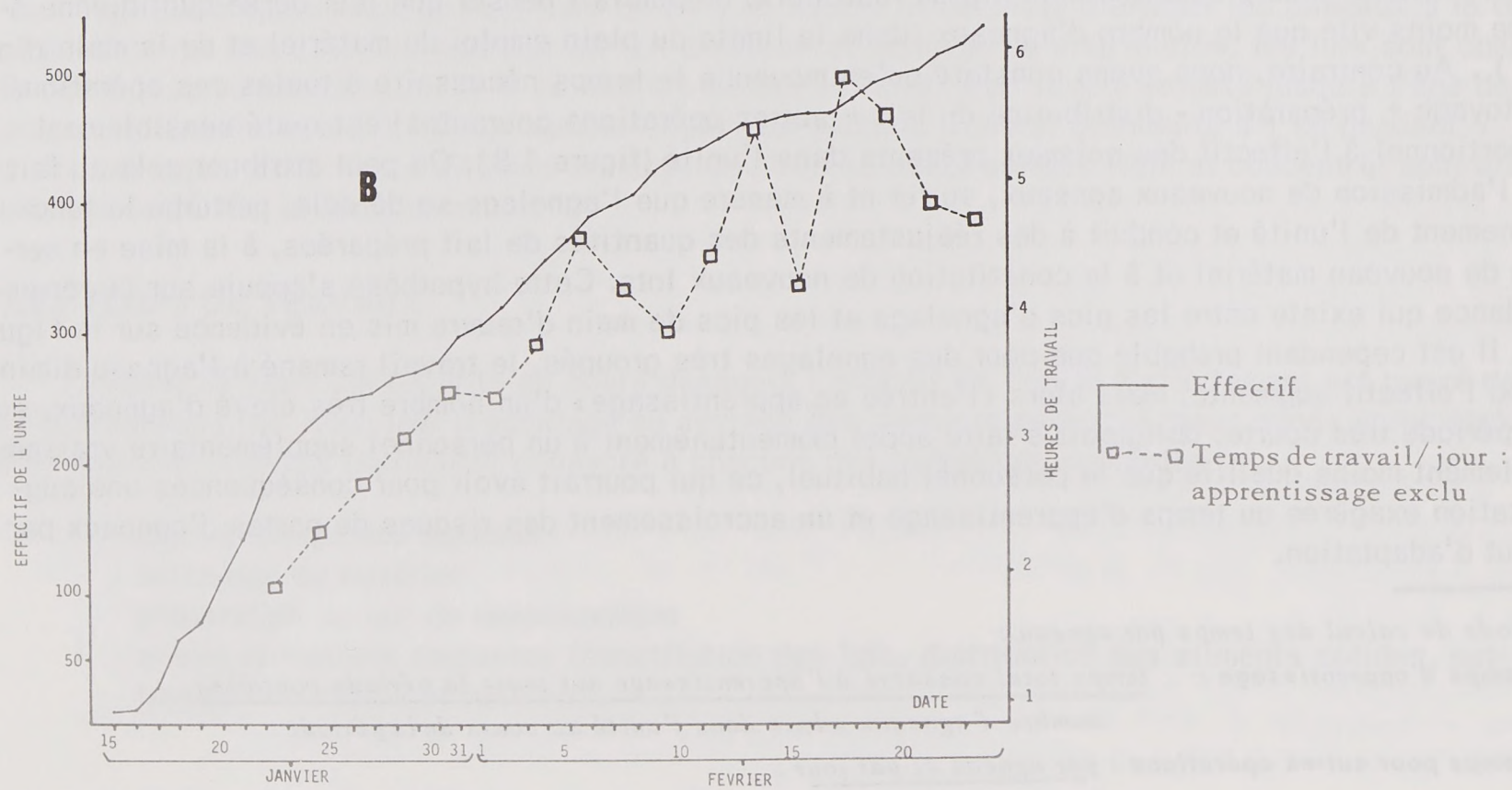
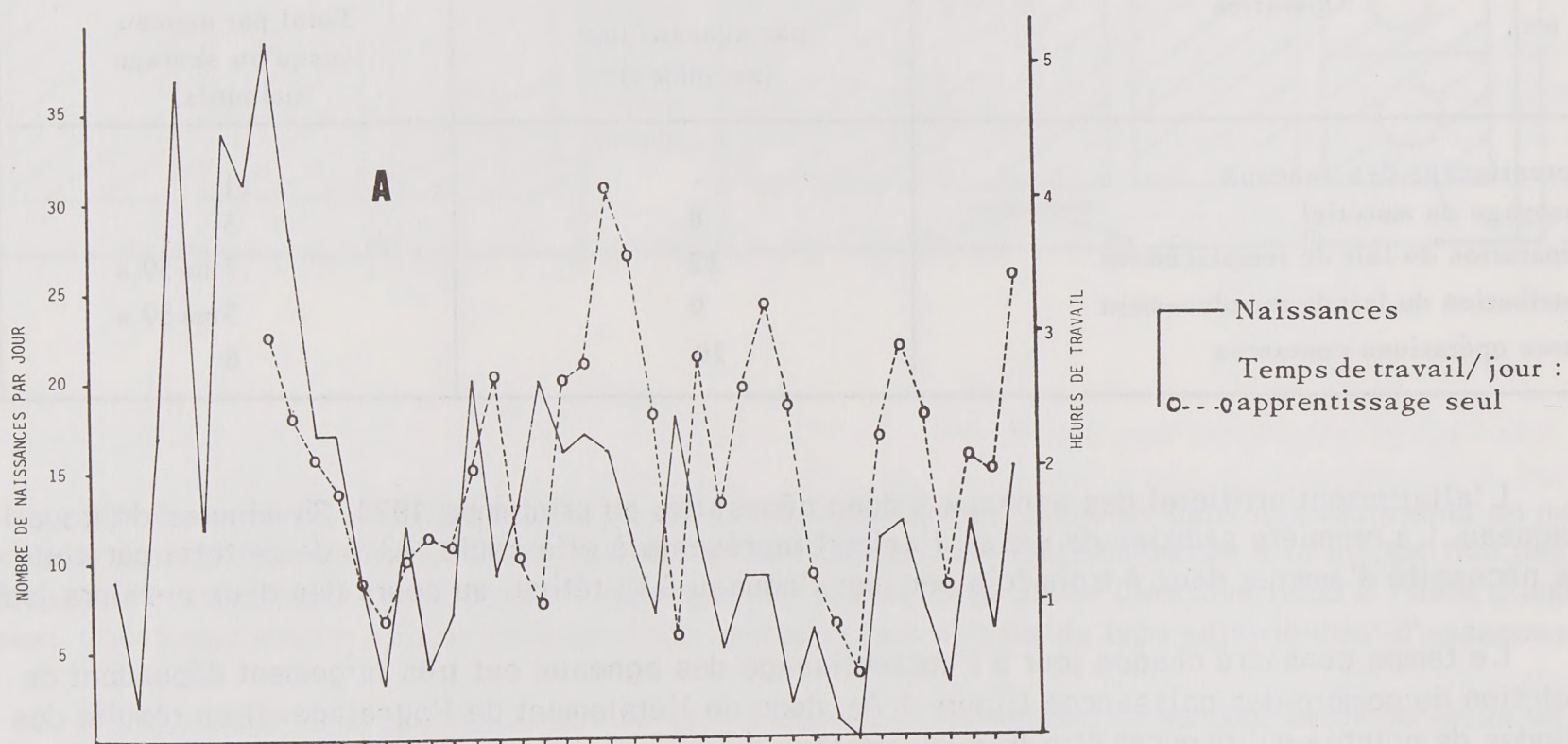
Temps pour autres opérations : par agneau et par jour :

$$\frac{\text{durée quotidienne moyenne consacrée à chaque opération sur toute la période contrôlée}}{\text{effectif quotidien moyen au cours de la période}}$$

par agneau jusqu'au sevrage : temps par agneau et par jour $\times$ 37 jours.

FIGURE 1

EVOLUTIONS COMPAREES DU NOMBRE DE NAISSANCES PAR JOUR,
DE L'EFFECTIF TOTAL DES AGNEAUX ET DES TEMPS DE TRAVAUX JOURNALIERS



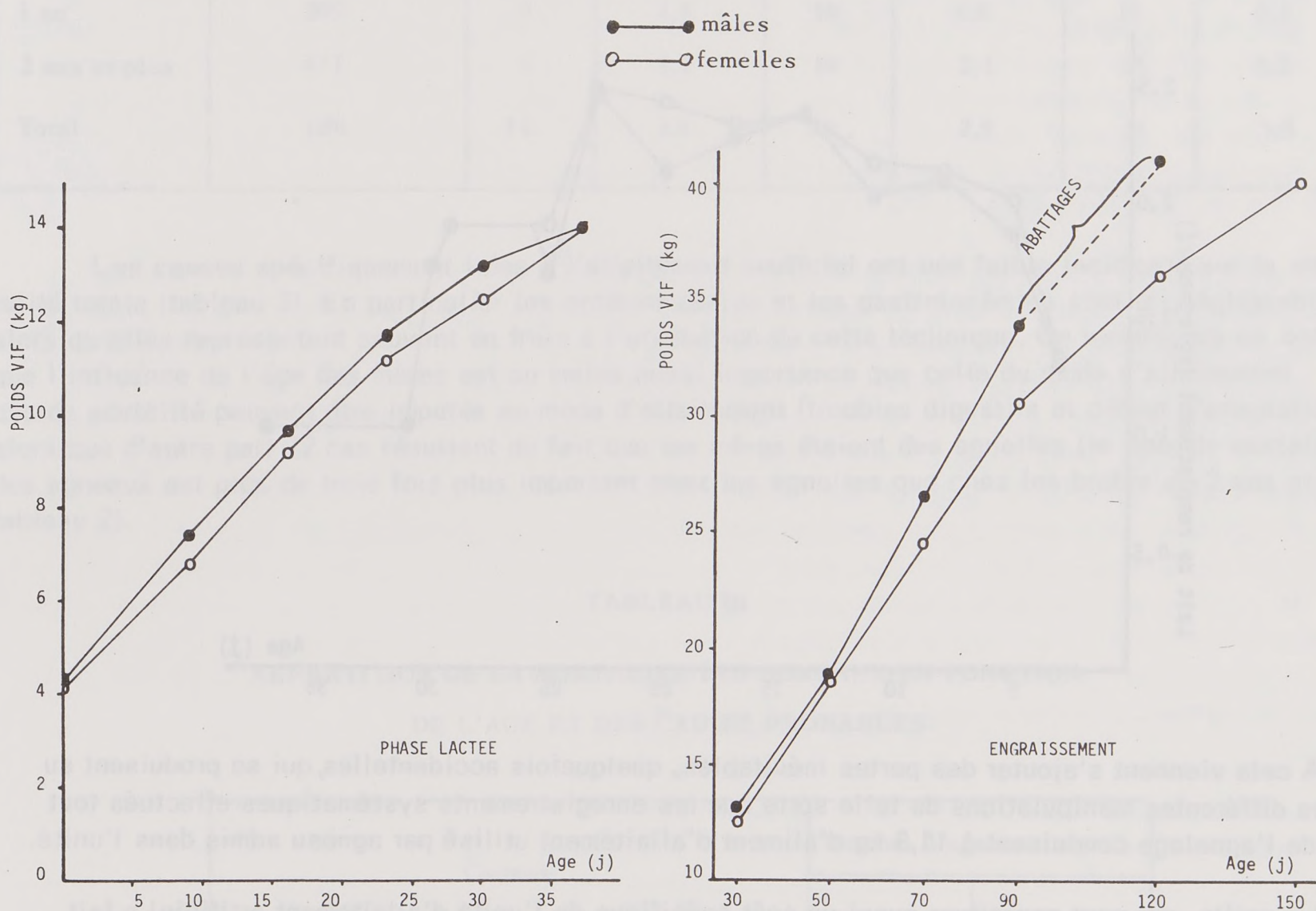
III - CROISSANCE DES AGNEAUX ET QUANTITES D'ALIMENT D'ALLAITEMENT UTILISEES

Les performances et les quantités de lait de remplacement ingérées ont été mesurées à l'aide de 2 lots de 29 agneaux Lacaune (un lot de mâles et un lot de femelles).

Les gains de poids observés jusqu'au sevrage (figure 2) ont été très satisfaisants et pratiquement identiques pour les 2 sexes : 255 g/j pour les mâles contre 262 pour les femelles. Si l'on exclut la période de limitation du lait de remplacement, on constate qu'entre la naissance et 24 jours, les gains journaliers ont été en moyenne de 304 g/j ce qui est comparable aux performances d'agneaux simples de la même race sous la mère.

FIGURE 2

EVOLUTION DU POIDS VIF MOYEN DES AGNEAUX DES DEUX LOTS CONTROLES

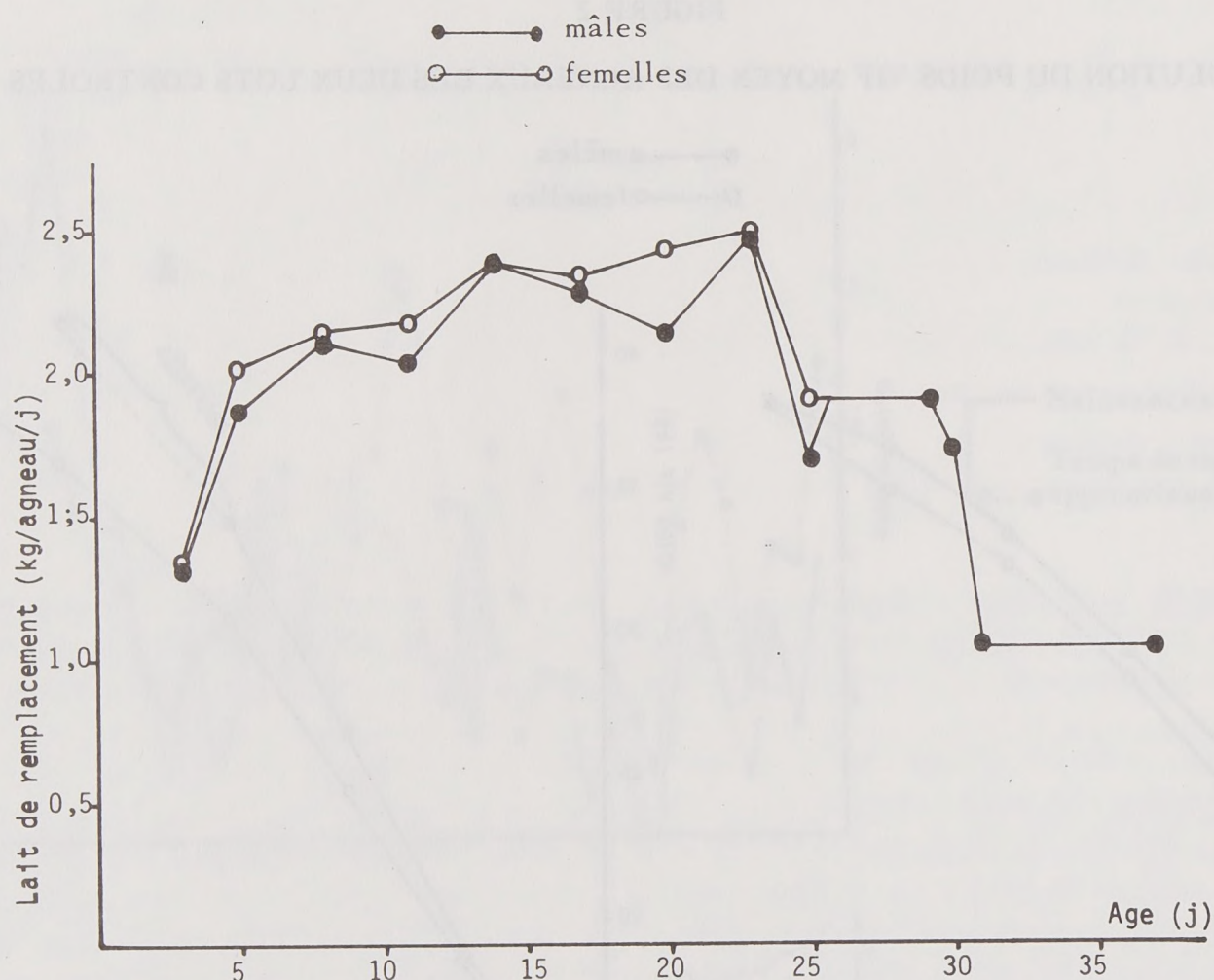


Après le sevrage, la vitesse de croissance des agneaux s'est maintenue à un niveau très élevé et les poids vifs moyens atteints à 90 jours étaient de 34,0 kg pour les mâles et 30,5 kg pour les femelles, ce qui correspond à des gains quotidiens respectifs entre 37 et 90 jours de 377 g/j et 311 g/j. Le poids moyen de 40 kg a été atteint, pour les femelles, à 150 jours.

Les quantités ingérées n'ont été mesurées qu'à partir du 3^e jour car, auparavant, les agneaux reçoivent le lait des premiers jours de traite qui n'est pas commercialisable. L'évolution des quantités moyennes de lait de remplacement ingérées entre l'âge de 2 jours et le sevrage a été pratiquement identique pour les mâles et les femelles. Dès l'âge d'une semaine, les consommations atteignent 2 kg/agneau/jour ; elles augmentent ensuite plus lentement jusque vers 2,5 kg à 24 jours, début de la période

de limitation (figure 3). Au total entre le 3^e et le 37^e jour, les agneaux ont ingéré en moyenne 67,0 kg de lait de remplacement par tête soit 11,24 kg d'aliment d'allaitement. Sur la même période, si on tient compte des refus, les quantités utilisées par animal sont de 68,8 kg pour le liquide et 11,5 kg pour l'aliment d'allaitement.

FIGURE 3
EVOLUTION DES QUANTITES DE LAIT DE REMPLACEMENT INGEREES
DANS LES DEUX LOTS D'AGNEAUX CONTROLES



A cela viennent s'ajouter des pertes inévitables, quelquefois accidentelles, qui se produisent au cours des différentes manipulations de telle sorte que les enregistrements systématiques effectués tout au long de l'agnelage conduisent à 11,8 kg d'aliment d'allaitement utilisé par agneau admis dans l'unité.

La paille, qui peut constituer aussi un coût spécifique de l'unité d'allaitement artificiel a fait l'objet des mêmes enregistrements. Il en est résulté l'utilisation de 11,1 kg de paille par agneau entre la naissance et le sevrage.

IV - MORTALITE DES AGNEAUX

Durant toute la période d'agnelage (15 janvier au 15 avril), 680 agneaux de tous génotypes sont entrés dans l'unité d'allaitement artificiel. Parmi eux, 34 sont morts avant le sevrage, soit 5 % (tableau 2).

TABLEAU II
EFFECTIF DES AGNEAUX MIS EN ALLAITEMENT
ARTIFICIEL ET MORTALITE SELON L'AGE DES MERES

Age des mères	Effectif mis à l'allaitement	Agneaux morts					
		avant 7 jours		de 7 à 37 jours		de 0 à 37 jours	
		nombre	% de l'effectif	nombre	% de l'effectif	nombre	% de l'effectif
1 an	209	9	4,3	10	4,8	19	9,1
2 ans et plus	471	5	1,1	10	2,1	15	3,2
Total	680	14	2,1	20	2,9	34	5,0

Les causes spécifiquement liées à l'allaitement artificiel ont une faible incidence sur la mortalité totale (tableau 3). En particulier les entérotoxémies et les gastrotaxémies sont ici négligeables alors qu'elles représentent souvent un frein à l'utilisation de cette technique. On remarquera en outre que l'influence de l'âge des mères est au moins aussi importante que celle du mode d'allaitement : 11 cas de mortalité peuvent être imputés au mode d'allaitement (troubles digestifs et défaut d'adaptation) alors que d'autre part 12 cas résultent du fait que les mères étaient des agnelles (le taux de mortalité des agneaux est près de trois fois plus important chez les agnelles que chez les brebis de 2 ans et plus tableau 2).

TABLEAU III
REPARTITION DE LA MORTALITE DES AGNEAUX EN FONCTION
DE L'AGE ET DES CAUSES PROBABLES

Causes	Nombre d'agneaux morts	
	avant 7 j.	après 7 j.
- Maladie pulmonaire	5	4
- Défaut d'adaptation à l'allaitement artificiel	1	7
- Faiblesse à l'admission	6	2
- Incidents digestifs (gastro-entérotaxémie) indigestion)	1	2
- Péritionite	0	1
- Jaunisse	0	2
- Défaut de diagnostic	3	0

On peut donc estimer que l'allaitement artificiel n'a pas conduit à une augmentation des pertes par rapport à l'élevage traditionnel, dans la mesure où le problème de l'apprentissage des agneaux semble ici bien maîtrisé puisque les pertes par défaut d'adaptation sont faibles.

CONCLUSION

Une unité importante d'allaitement artificiel des agneaux peut donc fonctionner dans de bonnes conditions avec des performances satisfaisantes, de faibles pertes et l'utilisation d'une quantité d'aliment d'allaitement inférieure à 12 kg par agneau. La mortalité tardive étant très faible, le bilan n'est pas grévé de façon sensible par la consommation des agneaux morts et, compte tenu du taux de perte observé, c'est 12,4 kg d'aliment par agneau sevré qui ont été nécessaires dans le cas présent. En compensation, on a pu commercialiser un supplément de lait de brebis qui correspond aux quantités fournies à la traite entre le 5^e et le 37^e jour de lactation (36 litres de moyenne pour les 46 brebis mères des 58 agneaux dont la consommation a été contrôlée). Dans l'état actuel des rapports de prix, la prise en compte de ces seules données brutes fait apparaître un avantage pour l'éleveur laitier. Cet avantage pourrait d'ailleurs être accru de façon importante avec des brebis plus fortes laitières. Il pourrait en revanche diminuer avec des femelles plus prolifiques tant que la prolificité demeure inférieure à un seuil mal défini au-delà duquel l'allaitement artificiel devient de toute façon indispensable (le problème se poserait alors en des termes sensiblement différents).

Face à ce gain apparent, il reste à prendre en compte les charges supplémentaires liées à l'allaitement artificiel : bâtiment, matériel, énergie, travail. Des études actuellement en cours devront permettre de préciser les trois premières et d'affiner les conclusions déjà dégagées en ce qui concerne la main d'oeuvre pour laquelle nous aboutissons à un temps de 35 minutes par agneau élevé pour toute la phase lactée. Il semble cependant qu'il s'agit là d'un minimum (dans les conditions actuelles d'organisation) car d'une part les différents temps ont été relevés au cours de la partie centrale de l'agnelage et ne tiennent pas compte des « travaux indirects » (préparation du matériel et des bâtiments, « mise en route » de l'unité) et, d'autre part, les temps de conception-direction-gestion (stocks d'aliments, matériel...) n'ont pas été considérés. De plus, dans le cas d'un élevage laitier, il faudrait mesurer l'influence des 37 jours de traite supplémentaires sur les besoins en main d'oeuvre. Enfin, si une telle unité de 700 agneaux environ n'assure pas le plein emploi d'une personne sur toute la période d'agnelage, son fonctionnement comporte des « périodes de pointe », liées principalement à l'apprentissage des agneaux, au cours desquelles un appoint extérieur est indispensable.

BESOINS ENERGETIQUES DE L'AGNEAU AVANT LE SEVRAGE ET EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE

M. VERMOREL ^{*} et M. THERIEZ ^{**}

^{*} *Laboratoire d'étude du Métabolisme Energétique*

^{**} *Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants*

Au cours de la période d'élevage des agneaux en allaitement artificiel, il est indispensable de réduire le coût de l'alimentation et pour cela il est nécessaire de préciser les variations des besoins des agneaux en fonction de l'âge, de la vitesse de croissance, du sexe, de la composition de l'aliment d'allaitement et des conditions climatiques ambiantes. Les travaux effectués par les équipes anglaises, australiennes, américaines et françaises ont apporté des éléments de réponses à certaines de ces questions. En particulier les besoins azotés de l'agneau préruminant ont été traités par PATUREAU-MIRAND dans le numéro 17 de ce bulletin. Nous essaierons de préciser ici l'importance des principaux facteurs de variation des besoins énergétiques dans les conditions pratiques d'élevage; cependant, pour analyser l'influence de ces facteurs, nous ferons la distinction habituelle entre dépenses d'entretien et dépenses de production.

LES DEPENSES D'ENTRETIEN

Les dépenses d'entretien sont proportionnelles au poids métabolique ($P^{0,75}$) des agneaux. Dans la zone de neutralité thermique et chez des agneaux mâles âgés de 3 à 24 jours, le besoin d'entretien est de l'ordre de 120 kcal d'énergie métabolisable (EM) par kg de poids métabolique (120 selon WALKER et NORTON, 1971; 117 selon CHIOU et JORDAN, 1973). On ne dispose pas de données équivalentes pour les femelles. D'autre part, on connaît mal l'évolution des dépenses d'entretien au cours des premiers jours ou des premières semaines.

Influence des conditions climatiques

Les conditions climatiques peuvent modifier considérablement les dépenses énergétiques des agneaux. En bergerie, selon GIBB et PENNING (1971) la vitesse de croissance est la même (365 g/j) à des températures ambiantes de 21,14 ou 7°C chez des agneaux âgés de 2 à 24 jours et nourris à volonté mais l'indice de consommation est augmenté de 12 % à la température de 7°C. En revanche, lorsque les agneaux reçoivent une quantité de lait limitée (qui provoque une extra chaleur plus faible) et réalisent un gain de poids vif de 250 g par jour, on observe une diminution linéaire de la vitesse de croissance et une augmentation de l'indice de consommation atteignant respectivement 11 % et 13 % lorsque la température ambiante passe de 21 à 7°C. Les données expérimentales de ces auteurs nous ont permis de calculer que le besoin d'entretien de ces agneaux augmente d'environ 14 % lorsque la température diminue, passant de 21°C à 14°C puis à 7°C.

Les conditions climatiques défavorables ont des conséquences graves chez les agneaux nouveau-nés et peuvent entraîner leur mort par épuisement des réserves corporelles. Les études originales et complètes de l'Australien ALEXANDER (1961-1962) ont permis de bien préciser l'influence des facteurs climatiques (basses températures, mouvement de l'air, humidité de la toison et surtout association du vent et de la pluie) sur les dépenses du très jeune agneau et nous en rapportons ici les principales conclusions.

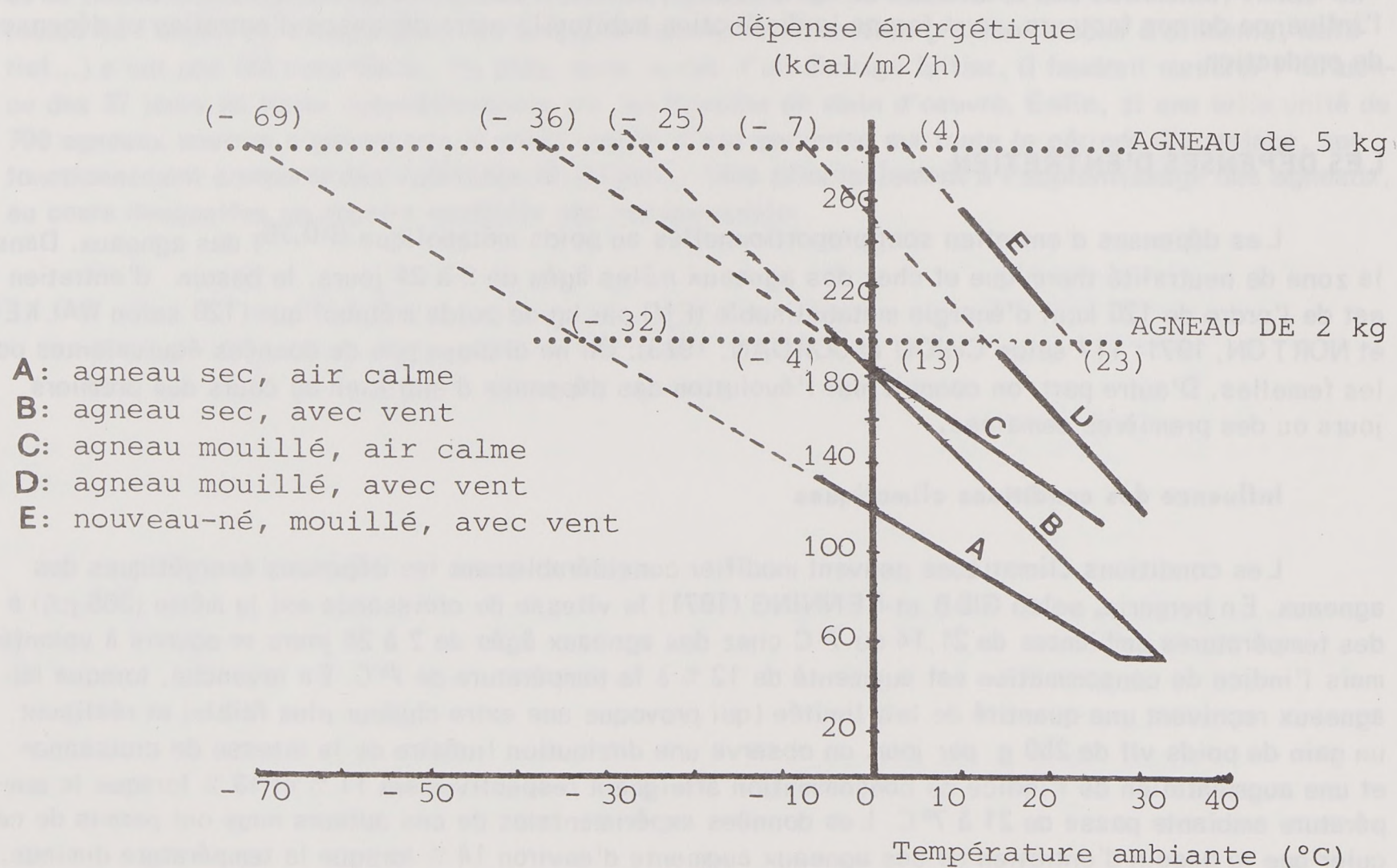
La dépense énergétique, exprimée par kg de poids métabolique, est indépendante de l'importance des réserves corporelles mais elle varie avec la race; elle est supérieure de 30 % au moins chez les agneaux à toison fine, comme ceux des races Charmoise, Berrichon ou Ile de France. En air calme, chez l'agneau âgé de 12 heures, à jeûn, la température critique (température au dessous de laquelle l'animal doit augmenter sa production de chaleur pour maintenir sa température centrale) est de 28 à 30°C et la dépense énergétique augmente linéairement avec la diminution de la température ambiante (fig.1); à la température de - 10°C, la production de chaleur est en moyenne 2 fois plus élevée qu'à la température de 30°C. Après un repas la production de chaleur augmente, ce qui permet à l'agneau de supporter des températures plus basses.

FIGURE 1

VARIATION DE LA PRODUCTION DE CHALEUR (OU DE LA DEPENSE ENERGETIQUE) DES AGNEAUX A TOISON FINE EN FONCTION DE LA TEMPERATURE AMBIANTE DANS DIFFERENTES CONDITIONS CLIMATIQUES.

Les lignes en tirets correspondent à une extrapolation des résultats expérimentaux. Les lignes en pointillés horizontales correspondent au métabolisme de sommet. Entre parenthèses, les températures minimales que pourraient supporter les agneaux.

ALEXANDER G. (1961)



Le vent augmente considérablement la dépense énergétique des agneaux. Avec un vent de 20 km/h et la température de 0° C, la dépense d'un agneau sec est supérieure de 50 % à celle observée en air calme. A la température de - 10° C, elle est 4 fois supérieure à celle observée à la température critique (fig. 1).

L'évaporation de l'eau de la toison entraîne une augmentation de la dépense énergétique, surtout lorsqu'elle est accélérée par le vent. Cette dépense supplémentaire, relativement constante chez l'agneau exposé au vent, est égale ou supérieure à la dépense basale (fig. 1); elle est même double de celle-ci chez l'agneau nouveau-né en raison d'une part de l'imprégnation complète de la toison par les liquides amniotiques et d'autre part du mauvais fonctionnement des processus de thermorégulation. A une température ambiante inférieure à 10° C et avec un vent violent, la dépense énergétique est supérieure à la production maximum de chaleur (métabolisme de sommet) du nouveau-né et la température centrale diminue, entraînant une réduction de la production de chaleur et la mort de froid.

Le métabolisme de sommet traduit les capacités de lutte de l'animal contre le froid. Il peut être atteint une demi heure après la naissance. Il est proportionnel au poids vif de l'agneau mais si on l'exprime, comme les dépenses énergétiques, en fonction de la surface corporelle ou du poids métabolique, on constate qu'il augmente avec le poids des animaux; les agneaux les plus lourds sont donc mieux armés pour résister aux conditions climatiques défavorables, même pendant une période de courte durée. Ainsi, la figure 1 montre que des agneaux de 5 kg, mouillés et exposés à un vent de 20 km/h, peuvent maintenir leur température centrale jusqu'à une température ambiante de - 7° C tandis que des agneaux de 2 kg ne peuvent pas supporter des températures inférieures à + 13° C.

Les sources d'énergie qui permettent à l'agneau nouveau-né, à jeun, de lutter contre le froid, sont uniquement ses réserves corporelles et essentiellement les lipides. Chez un agneau nouveau-né de 3,5 kg ayant bénéficié d'une bonne nutrition prénatale, les réserves énergétiques mobilisables (885 kcal dont 550 de lipides, 175 de glycogène et 210 de protéines) permettant de résister à une température ambiante de 23° C pendant 70 heures; en revanche chez un agneau de 2,5 kg, qui a eu une nutrition prénatale insuffisante, les réserves énergétiques mobilisables ne s'élèvent qu'à 360 kcal (180 de lipides, 130 de glycogène, et 50 de protéines) et l'animal meurt d'inanition au bout de 40 heures d'exposition à une température de 23° C. Si l'agneau peut têter sa mère au cours des premières heures, le lait riche en matières grasses et en matières azotées constitue une excellente source d'énergie (1250 kcal/l) qui lui permet de résister à des conditions climatiques plus rigoureuses et pendant une durée très supérieure.

Les travaux d'ALEXANDER soulignent l'importance de la température dans les bergeries au moment de l'agnelage, celle des abris pour protéger les agneaux du vent et de la pluie en cas d'agnelage à l'extérieur, et celle de l'alimentation des mères en fin de gestation qui conditionne l'état des réserves des agneaux à la naissance et leur vitalité.

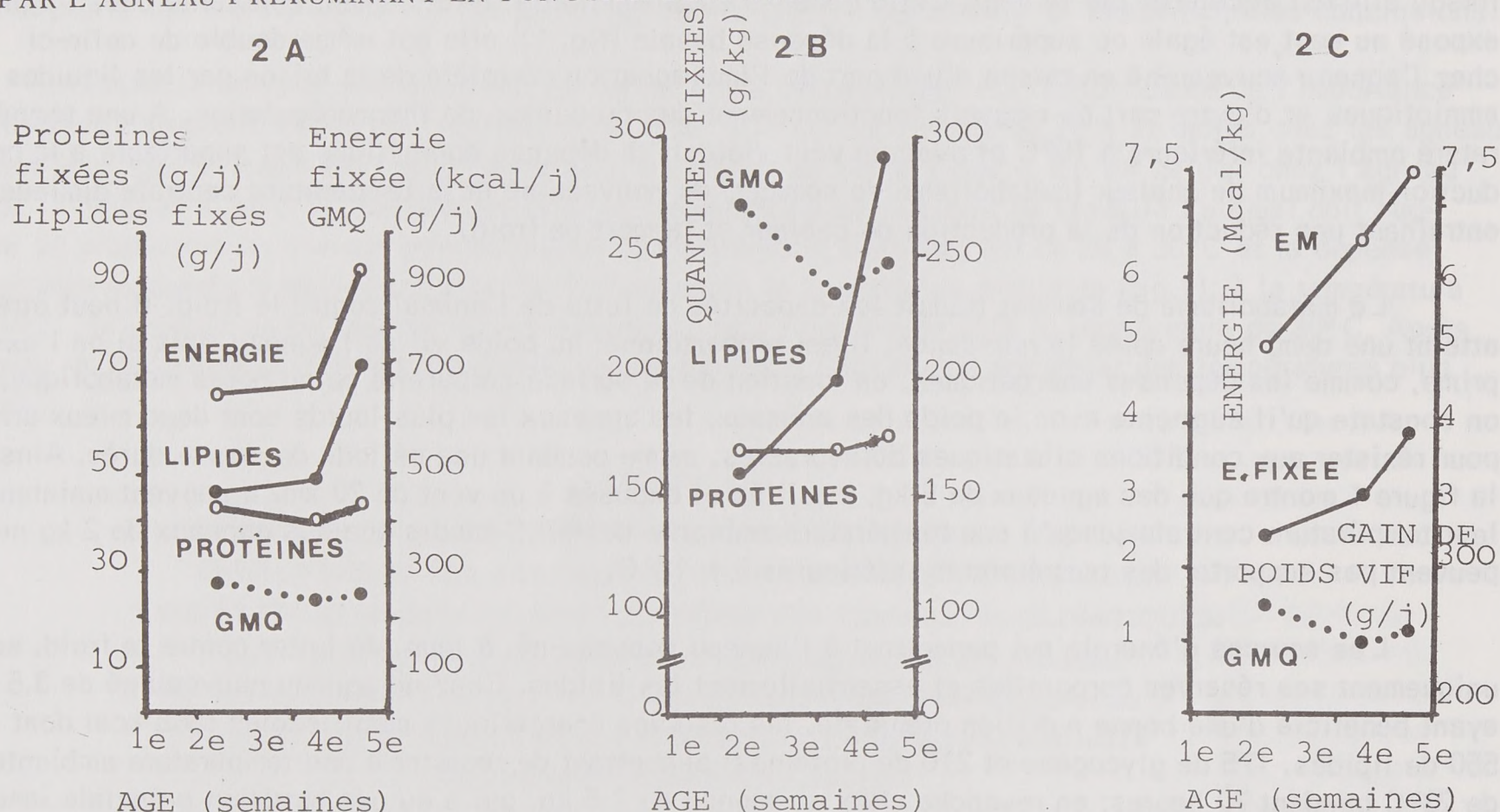
LES DEPENSES DE PRODUCTION

Les dépenses de production de l'agneau correspondent à la fixation d'énergie sous forme de lipides et de protéines dans les tissus (et la laine). Elles dépendent de la vitesse de croissance et de la composition du croît qui sont fonction des potentialités génétiques de l'animal et de la composition de sa ration.

Les quantités de lipides et d'énergie fixés par jour augmentent très rapidement avec l'âge de l'agneau, tandis que les quantités de protéines fixées dépendent essentiellement de la vitesse de croissance (fig. 2A). En effet, par kg de gain de poids vif, les quantités de protéines fixées sont très constantes (170 à 180 g dont environ 20 g dans la laine) alors que les quantités de lipides fixés (fig. 2B) et d'énergie fixée (fig. 2C) augmentent de façon sensiblement exponentielle de la 2ème à la 5ème semaine. De ce fait, le besoin énergétique total de l'agneau augmente de façon très importante avec l'âge, passant de 5 à 7,5 kcal d'EM par kg de gain de la 2ème à la 5ème semaine pour des vitesses de croissance voisines (270 à 235 g/j).

FIGURE 2

EVOLUTION DES QUANTITES D'ENERGIE FIXEE (totale, protéines, lipides) PAR JOUR (fig. 2A)
DES QUANTITES DE PROTEINES ET DE LIPIDES FIXES PAR KG DE GAIN (fig. 2B)
ET DES QUANTITES D'ENERGIE METABOLISABLE ET D'ENERGIE FIXEE PAR KG DE GAIN (fig. C),
PAR L'AGNEAU PRERUMINANT EN FONCTION DE L'AGE ET SUIVANT LA VITESSE DE CROISSANCE.



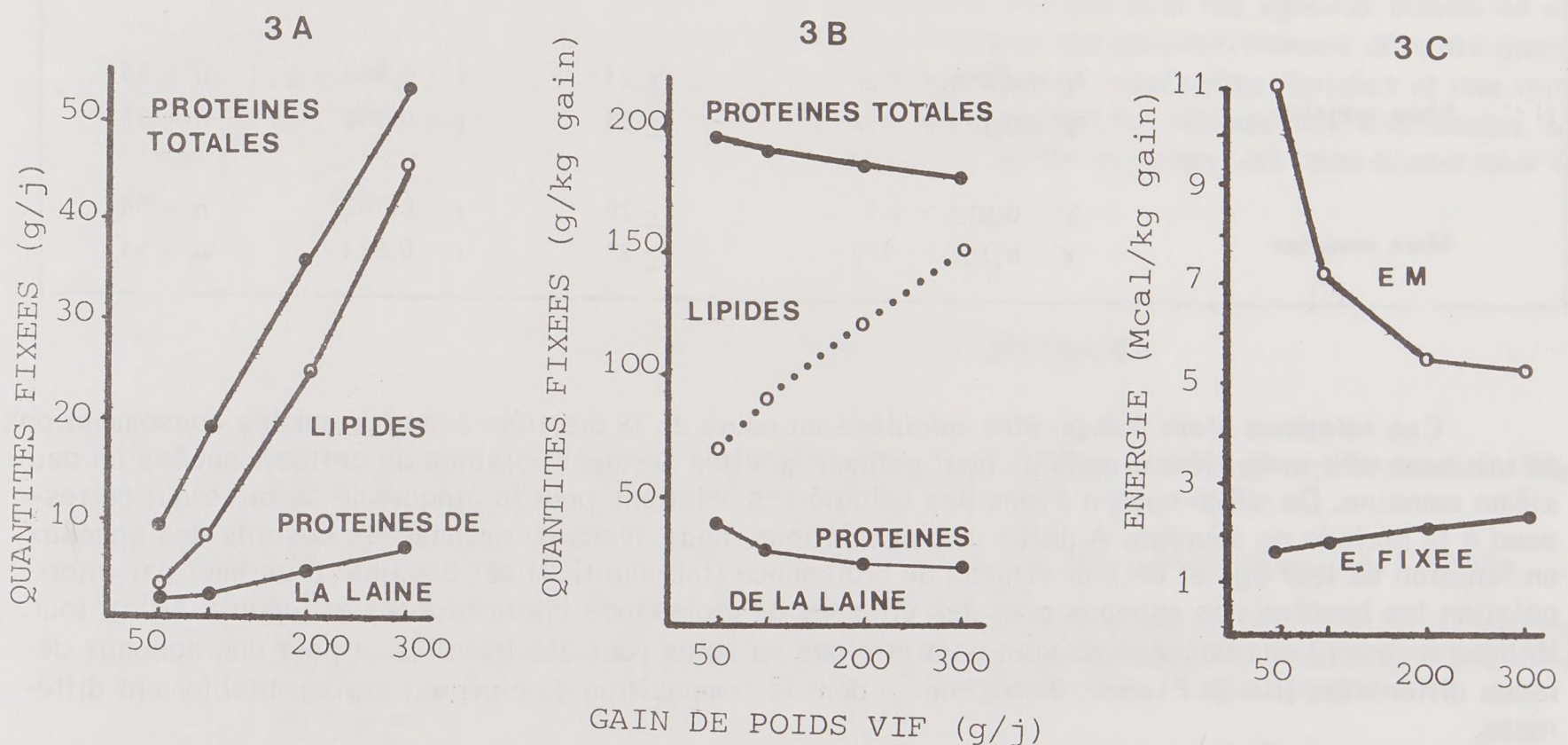
La quantité de protéines fixées augmente de façon sensiblement linéaire en fonction de la vitesse de croissance (de 50 à 300 g/j) (NORTON, JAGUSCH et WALKER, 1970, figure 3A). Chez ces agneaux, entre les âges de 3 et 24 jours, la quantité de protéines fixées par kg de gain de poids vif est relativement constante (195 à 178 g/kg) mais la quantité de lipides fixés est plus que doublée (70 à 159 g/kg) lorsque le gain de poids vif passe de 50 à 300 g/jour (figure 3B). L'énergie fixée par kg de gain est augmentée de 38 % mais le besoin énergétique total par kg de gain est réduit en raison de l'incidence beaucoup plus faible du besoin d'entretien (fig. 3C).

La composition de l'aliment d'allaitement, en particulier la teneur en protéines et la teneur en matières grasses, ont une influence sur la vitesse de croissance et la composition du croît de l'agneau. Selon CHIOU et JORDAN (1973) la distribution à de jeunes agneaux d'aliments d'allaitement comportant 15 ou 30 % de matières grasses et 15-20 ou 30 % de protéines entraîne au bout de 4 semaines une modification de la composition corporelle. En particulier un taux protéique faible (15 %) entraîne une augmentation de la teneur en matières grasses et une réduction de la teneur en protéines corporelles; en revanche, le taux de matières grasses de l'aliment n'a pas d'influence significative sur la composition corporelle. Ces résultats sont confirmés par les travaux de NORTON, JAGUSCH et WALKER (1970) avec des aliments d'allaitement comportant 12-28,5 ou 45 % de protéines par rapport à la matière sèche : l'aliment hyperprotéique entraîne une légère augmentation de la teneur en protéines du croît; inversement l'aliment hypoprotéique entraîne une réduction importante de la vitesse de croissance et un engraissement très important des agneaux.

Figure 3 page suivante

FIGURE 3
 VARIATION DES QUANTITES MOYENNES DE PROTEINES ET DE LIPIDES FIXES PAR JOUR (fig. 3A)
 ET PAR KG DE GAIN DE POIDS VIF (fig. 3B)
 ET VARIATIONS DES QUANTITES D'ENERGIE METABOLISABLE (EM)
 INGERE ET D'ENERGIE FIXEE PAR KG DE GAIN (fig. 3C)
 PAR DES AGNEAUX PRERUMINANTS PESANT EN MOYENNE DE 5,5 A 8,2 KG,
 ENTRE LE 3^e ET LE 24^e JOUR, EN FONCTION DE LA VITESSE DE CROISSANCE.
 (taux protéique de l'aliment d'allaitement : 28,5 % MS)

NORTON, JAGUSCH, WALKER, 1970.



EFFICACITE DE L'UTILISATION DE L'ENERGIE DU LAIT ET DES ALIMENTS D'ALLAITEMENT

La digestibilité apparente de l'énergie du lait de brebis est voisine de 98,5 %. Celle des aliments d'allaitement est de l'ordre de 96 à 97 %; elle varie d'une part avec la nature de la source de matières grasses (CUD de 91,1 pour le suif, 92,2 pour l'huile de palme, 96,4 pour l'huile de coprah selon THERIEZ et al. 1974) et d'autre part avec l'âge des agneaux (augmentation du CUD de l'énergie de 2,5 points en moyenne entre la 2^{ème} et la 4^{ème} semaine). L'énergie urinaire représente environ 3 % de l'énergie ingérée (2,5 à 4 % suivant la concentration azotée de l'aliment et l'âge des agneaux). L'énergie métabolisable correspond donc environ à 93 % de l'énergie brute, soit 5,00 kcal par g de poudre d'un aliment d'allaitement comportant 25 % de matières azotées et 25 % de matières grasses.

Le rendement de l'énergie métabolisable pour la croissance est voisin de 60 %, comme chez le veau préruminant [71 % pour le lait de vache selon WALKER et JAGUSH (1969) et 68,6 % pour différents aliments d'allaitement selon WALKER et NORTON (1970)]. Ces rendements signifient que 69 % de l'énergie métabolisable ingérée au dessus des besoins d'entretien sont déposés dans l'organisme de l'agneau sous forme de protéines et de lipides.

ESTIMATION DES BESOINS ENERGETIQUES DE L'AGNEAU PRERUMINANT

Les besoins énergétiques des agneaux peuvent être estimés à partir des besoins d'entretien et des dépenses de production suivant l'âge et la vitesse de croissance des agneaux (fig. 2 et 3), en tenant

compte du rendement de l'énergie métabolisable pour la croissance. Cependant nous avons calculé directement les relations entre la quantité d'aliment (X en g) ou d'énergie métabolisable (X' en kcal) ingérée et le gain de poids vif (Y en g) au cours des 2, 3 et 4ème semaines d'âge, dans le cas d'agneaux mâles de race limousine ou croisés Romanov × Limousine, à partir de données individuelles obtenues dans les 2 laboratoires.

2ème semaine	$Y = 1,354 \times - 107$	± 40	$r = 0,807$	$n = 44$
	$Y = 0,276 \times' - 118$	± 46	$r = 0,747$	$n = 44$
3ème semaine	$Y = 0,896 \times + 2$	± 23	$r = 0,884$	$n = 53$
	$Y = 0,174 \times' + 7$	± 24	$r = 0,881$	$n = 53$
4ème semaine	$Y = 0,815 \times + 7$	± 29	$r = 0,787$	$n = 54$
	$Y = 0,157 \times' + 9$	± 27	$r = 0,814$	$n = 54$

Ces relations n'ont pas pu être calculées au cours de la première semaine car les consommations de lait sont très irrégulières, mais on peut estimer qu'elles seraient voisines de celles trouvées en deuxième semaine. De même nous n'avons pas calculé ces relations pour la cinquième semaine qui correspond à la période de sevrage. A partir de ces relations, nous avons pu estimer les besoins des agneaux en fonction de leur âge et de leur vitesse de croissance (tableau I). Il est possible d'estimer par interpolation les besoins des agneaux pour des vitesses de croissance intermédiaires et jusqu'à 370 g/ jour. Malheureusement ces données ne sont peut être pas valables pour des femelles et pour des agneaux de races différentes (Ile de France, Berrichon...) dont la composition du croît est vraisemblablement différente.

TABLEAU I
 VARIATION DES BESOINS ENERGETIQUES DES AGNEAUX MALES DE RACE LIMOUSINE OU
 CROISES ROMANOV × LIMOUSINE EN FONCTION DE L'AGE ET DE LA VITESSE DE CROISSANCE

AGE	2ème SEMAINE		3ème SEMAINE		4ème SEMAINE	
NOMBRE DE DONNEES	44		53		54	
POIDS MOYEN (kg)	6,4 (4,6 à 7,6)		7,9 (5,8 à 9,5)		9,6 (8,4 à 12,5)	
GAIN DE POIDS VIF (g/j)	ALIMENT (g)	EM (Mcal)	ALIMENT (g)	EM (Mcal)	ALIMENT (g)	EM (Mcal)
150	190	0,98				
200	227	1,16	221	1,12	236	1,22
250	264	1,33	277	1,40	297	1,53
300	301	1,51	333	1,69	358	1,85
350	338	1,69	388	1,97	420	2,16
Ecart-type résiduel	± 30	$\pm 0,16$	± 26	$\pm 0,12$	± 36	$\pm 0,15$

CONCLUSION

Les données actuelles sur l'agneau préruminant nous permettent de bien connaître l'évolution des besoins en fonction de l'âge et de la vitesse de croissance, tout du moins pour certaines races et certains croisements. Des données équivalentes devraient être obtenues prochainement sur des races bouchères comme la race Ile de France. La composition de l'aliment d'allaitement semble avoir moins d'influence sur la composition du croît chez l'agneau que chez le veau (VERMOREL, 1975). Cependant les études réalisées au CRZV de Theix par MOLENAT et THERIEZ (1972) et par THERIEZ et al. (1973) ont permis de préciser la composition des aliments d'allaitement la mieux adaptée aux besoins de l'agneau en croissance intensive.

Les premiers jours de la vie constituent une période critique pour les agneaux élevés en allaitement artificiel, donc sans la protection maternelle. La situation est particulièrement délicate dans le cas des agneaux légers, nés triples ou quadruples, qui ont des réserves corporelles limitées et une vitalité réduite et qui, de ce fait, ont des difficultés à utiliser correctement les tétines pour s'alimenter. Les conditions climatiques d'ambiance sont très importantes et le rôle du berger est déterminant pour la survie de ces agneaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDER G., 1961. Energy exchanges in new-born lambs. Proc. 2. Symposium on Energy Metabolism. Wageningen, 11-15 september 1961. EAAP. Publ. n° 10.
- ALEXANDER G., 1962. Temperature regulation in the new-born lamb. Austr. J. Agric. Res., 13, 1, 82-164.
- CHIOU P.W.S. and JORDAN R.M., 1973. Ewe milk replacer diets for young lambs. III. Effect of age of lambs and dietary protein and fat levels on the body composition of young lambs. J. anim. Sci., 36, 3, 607-612. IV. Protein and energy requirements of young lambs. J. anim. Sci., 37, 2, 581-587.
- GIBB M.J. and PENNING P.D., 1972. The effects of environmental temperature and feeding pattern on the performance of artificially-reared lambs fed cold milk substitute. Anim. Prod., 15, 177-182.
- MOLENAT G., THERIEZ M., 1972. L'allaitement artificiel des agneaux. II. Influence de la teneur en matières grasses du lait de remplacement. Ann. Zootech. 21, 385-399.
- NORTON B.W., JAGUSCH K.T. and WALKER D.M., 1970. Body composition studies with the milk fed lamb. III. The effect of the protein and energy intake on the composition and the live weight gain. J. agric. Sci., 75, 287-292.
- THERIEZ M., MOLENAT G., DANIEL Maryvonne, AUROUSSEAU B., 1973. L'allaitement artificiel de l'agneau. III. Influence de la nature de la matière grasse incorporée dans l'aliment d'allaitement. Ann. Zootech., 22, 185-198.
- VERMOREL M., 1975. Le métabolisme énergétique du veau et de l'agneau préruminants. Les Ind. de l'Alim. animale (sous presse).
- WALKER D.M., JAGUSCH K.T., 1969. Utilization of the metabolizable energy of cow's milk by the lamb. Proc. 4th Symp. Energy Metab., 1967, Warsaw, n° 12, 187-193.
- WALKER D.M., NORTON B.W., 1970. The utilization of energy by the milk-fed lamb. Proc. 5th Symp. Energy Metab. Vitznau, EAAP n° 13.
- WALKER D.M., NORTON B.W., 1971. The utilization of the metabolizable energy of diets of different protein content by the milk-fed lamb. J. agric. Sci., 77, 363-369.

CONCLUSION

The results of the present study indicate that the rate of polymerization of methyl methacrylate in benzene solution is significantly affected by the concentration of the initiator. The rate of polymerization increases with increasing initiator concentration, and the reaction order with respect to the initiator is approximately 1.5. This suggests that the initiation step is the rate-determining step in the polymerization process. The results also indicate that the rate of polymerization is not significantly affected by the concentration of the monomer, which is consistent with the expectation for a bimolecular reaction. The overall rate of polymerization is therefore controlled by the concentration of the initiator.

Initiator Concentration (M)	Rate of Polymerization (M/min)
0.01	0.001
0.02	0.002
0.04	0.004
0.08	0.008
0.16	0.016
0.32	0.032
0.64	0.064
1.28	0.128
2.56	0.256
5.12	0.512
10.24	1.024

REFERENCES

1. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 100.

2. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 101.

3. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 102.

4. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 103.

5. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 104.

6. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 105.

7. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 106.

8. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 107.

9. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 108.

10. J. H. Dole, *Free Radical Polymerization*, McGraw-Hill, New York, 1956, p. 109.

Author	Title	Year
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956
J. H. Dole	Free Radical Polymerization	1956

« L'HOPITAL VEAU » du C.R.Z.V. de THEIX,

Unité expérimentale de traitement des veaux malades

J.C. FAYET

Station de Physiopathologie de la Nutrition

« L'hôpital veaux » a été construit au C.R.Z.V. de Theix en 1972 grâce à un financement du F.O.R.M.A.

Il a été conçu par le Département de Recherches Vétérinaires de l'I.N.R.A. dans le but d'explorer toute une série de problèmes liés à la diarrhée des veaux nouveau-nés dans des conditions techniquement aussi favorables que possible : comparaison de l'efficacité des traitements, définition d'un traitement ayant la meilleure efficacité tout en restant dans des limites de prix acceptables. Il s'agit donc d'un outil expérimental et non d'une installation ayant des visées commerciales. De ce fait, les enseignements que l'on pourra en tirer demanderont à être transposés pour l'application sur le terrain.

Pour que l'hôpital ait un approvisionnement suffisant en animaux malades, il était indispensable que les vétérinaires praticiens exerçant dans une zone géographique autour du C.R.Z.V. soient informés de l'existence de ce bâtiment et acceptent de collaborer à son fonctionnement. A cet effet, une convention a été signée le 28 juin 1973 entre l'I.N.R.A. et le S.N.G.T.V.

Les points importants de cette convention peuvent être ainsi résumés : seuls des veaux jeunes et atteints de diarrhée pourront être admis dans cet hôpital, sous réserve que ces animaux aient été dirigés à ce centre, après examen clinique, par un vétérinaire praticien régulièrement inscrit au tableau A de l'ordre des Vétérinaires.

Le C.R.Z.V. demandera à l'éleveur une participation aux frais de 20 F par jour, avec un maximum de 100 F.

En cas d'échec du traitement, aucun recours ne pourra être entrepris envers l'I.N.R.A.

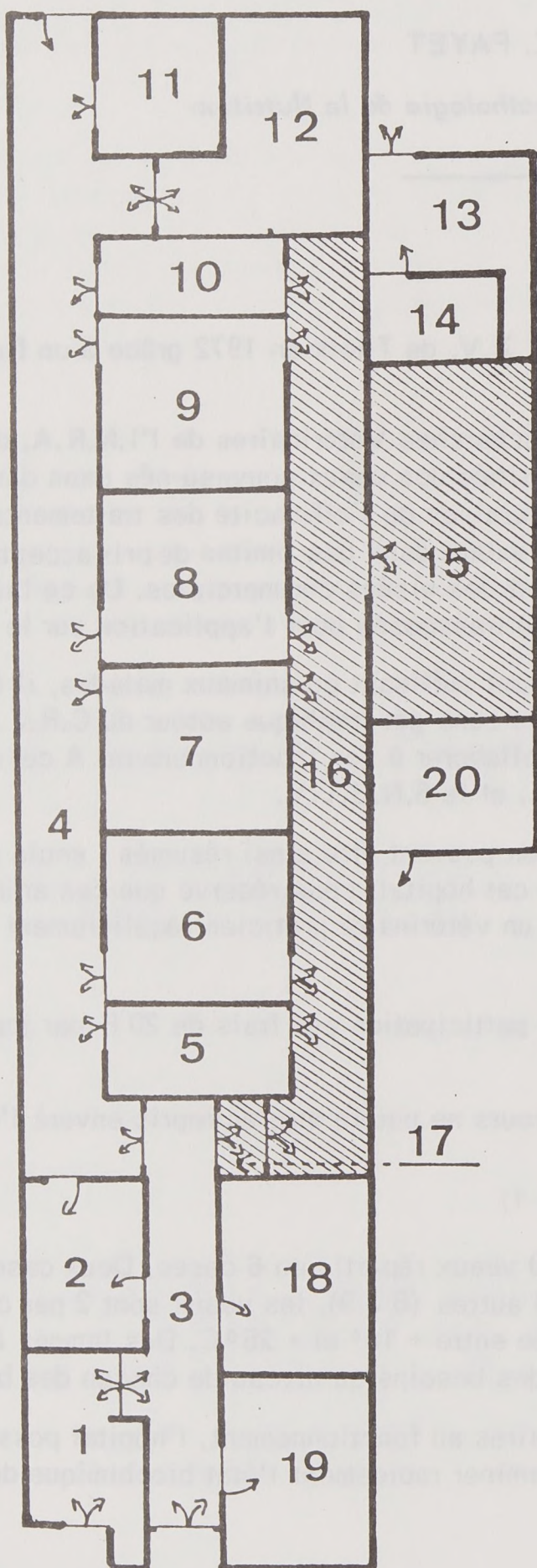
DESCRIPTION DE L'HOPITAL VEAUX (figure 1)

L'hôpital a une capacité d'accueil de 10 veaux répartis en 6 cases. Deux cases permettent (n° 5 et 10) l'isolement des animaux. Dans les 4 autres (6 à 9), les veaux sont 2 par case, mais dans des box séparés. La température peut être réglée entre + 16° et + 25° C. Des lampes à rayonnement infra-rouge peuvent être installées en fonction des besoins au niveau de chacun des box.

Outre les diverses installations nécessaires au fonctionnement, l'hôpital possède son propre laboratoire d'analyses (15) afin de pouvoir déterminer rapidement l'état biochimique de l'animal.

FIGURE 1

HOPITAL VEAUX



Sterile

- 1. Accueil Veaux
- 2. Bureau
- 3. Entree
- 4. Galerie Exterieur
- 5.]
- 6.]
- 7. Cases
- 8.]
- 9.]
- 10.]
- 11. Desinfection
- 12. Cuisine
- 13. Autopsie
- 14. Chambre Froide
- 15. laboratoire
- 16. Couloir Sterile
- 17. Sas
- 18. Chambre du Gardien
- 19. Sanitaire
- 20. Sous - Station

FONCTIONNEMENT DE L'HOPITAL

A son arrivée, le veau est pesé. Cette mesure servira de référence à la fois pour calculer les perfusions et pour décider de la restitution du veau à son propriétaire qui ne s'effectue que lorsque l'animal a repris du poids.

Le veau est alors installé sur une litière de copeaux. On lui prend la température, on lui fait une prise de sang et un prélèvement de fèces. Ensuite, pendant qu'a lieu l'examen clinique, on pose quelques questions à l'éleveur au sujet du mode d'élevage, de la distribution du colostrum, etc...

Pendant ce temps, les analyses sont effectuées. Avec le matériel dont on dispose, il faut environ 25 minutes pour avoir les premiers résultats. Ceux-ci portent sur le pH sanguin, le taux de bicarbonates, la pression partielle de CO_2 et O_2 , l'hématocrite, la natrémie, la kaliémie, la chlorémie, l'osmolarité.

Dix minutes plus tard, on connaît les valeurs de la glycémie, la phosphatémie, l'urémie.

Dans les 8 à 10 heures on peut avoir une première indication concernant l'antibiothérapie.

Jusqu'à présent, ce n'est que plus tard que l'on est en possession de la protéinémie totale, de l'albuminémie et de la γ -globulinémie, ces analyses étant effectuées à l'autoanalyseur Technicon par M.C. MICHEL.

Dès que les premiers résultats sont connus, on commence par préparer la perfusion selon le schéma suivant :

Exemple : Veau n° 74000 . Poids 40 kg

Résultats d'analyses :

$\text{Na} = 117 \text{ mEq/l}$ $\text{K}^+ = 6 \text{ mEq/l}$
 $\text{CO}_3\text{H} = 9 \text{ mEq/l}$ $\text{Cl}^- = 96 \text{ mEq/l}$
Osmolarité = 278 mosm/l

On calcule le déficit de chacun des ions par rapport aux concentrations normales

$\Delta \text{Na} = 140 - 117 = 23 \text{ mEq/l}$
 $\Delta \text{CO}_3\text{H} = 28 - 9 = 19 \text{ mEq/l}$
 $\Delta \text{Cl}^- = 100 - 96 = 4 \text{ mEq/l}$

Compte-tenu du volume extracellulaire normale du veau nouveau-né, des pertes qui continuent d'exister, on peut admettre que l'espace de diffusion de ces ions représente environ 50 % du poids vif, soit dans l'exemple 20 litres.

Le déficit de 23 mEq/l en sodium est réparti comme suit :

19 mEq/l sous forme de bicarbonate
4 mEq/l sous forme de chlorure
soit $\Delta \text{NaCO}_3\text{H} = 19 \times 20 = 380 \text{ mEq}$
 $\Delta \text{NaCl} = 4 \times 20 = 80 \text{ mEq}$

Les poids moléculaires permettent de calculer les quantités à peser

$\text{Q. NaCO}_3\text{H} = 84 \text{ mg} \times 380 = 31980 \text{ mg} \approx 32 \text{ g}$
 $\text{Q. NaCl} = 58,5 \text{ mg} \times 80 = 4680 \text{ mg} \approx 4,7 \text{ g}$

La pression osmotique serait environ $(80 \times 2) + (380 \times 2 \times 0,9)$ (le facteur 0,9 tient approximativement compte de la dissociation du NaHCO_3) soit : 840 mosm. Etant donné que l'animal est en déshydratation hypotonique (278 mosm/l), on va lui perfuser une solution hypertonique. Pour cela on dissoudra les sels dans une quantité de liquide telle que la pression osmotique soit hypertonique, donc supérieure à 300 mosm/l ; le volume d'eau distillée sera inférieur à 2,8 l : par exemple 2 l. La solution obtenue aura une pression osmotique de $\frac{840}{2} = 420 \text{ mosm/l}$

Pendant que l'on prépare la solution, les résultats de la glycémie sont connus et on peut rajouter le glucose nécessaire à l'animal.

Le veau est perfusé par un cathéter placé dans la veine jugulaire. La perfusion est réchauffée à 38°C en passant dans un serpentin, juste avant d'arriver à l'animal, ceci afin d'éviter la décomposition du bicarbonate qui ne résiste pas à la chaleur.

De nouvelles analyses sont pratiquées matin et soir de manière à corriger en particulier l'acidose et la déshydratation.

RESULTATS

Au cours des 2 campagnes écoulées, un faible nombre de veaux a été hospitalisé : 21 en 72-73 dont 3 envoyés par un praticien ; 22 en 73-74 dont 13 envoyés par 9 praticiens. Sur le total de 43 veaux, 28 ont été rendus à leur propriétaire ; 8 sont morts de diarrhée ; 3 sont morts dans les 5 heures suivant leur arrivée, 2 n'ont pas été traités (veaux I.N.R.A.), 1 est mort d'une crise cardiaque, 1 est arrivé cachexique, non diarrhéique et est mort 20 h plus tard.

Si l'on essaie de comparer les valeurs des différents paramètres biochimiques mesurés à l'entrée, on se rend compte qu'entre les deux groupes d'animaux que l'on peut constituer à posteriori : (morts et vivants), il n'y a pas de différences significatives (tableau 1).

TABLEAU I
MOYENNES ET ERREUR TYPE DES MESURES EFFECTUEES A L'ENTREE
DES ANIMAUX, CLASSEES EN FONCTION DU DEVENIR ULTERIEUR DU VEAU

	Veaux vivants	Veaux morts
pH	7,20 ± 0,03	7,16 ± 0,03
pCO ₂ *	46,6 ± 1,5	53,2 ± 3,4
CO ₃ H	19,3 ± 1,7	19,7 ± 2,1
Cl	103,0 ± 1,6	104,5 ± 4,3
Na	130 ± 1,4	133 ± 3,2
K	5,48 ± 0,26	5,50 ± 0,33
Osmolarité	296 ± 4	300 ± 7
Urémie	0,78 ± 0,20	0,96 ± 0,33
Glycémie	1,27 ± 0,25	0,67 ± 0,16
Phosphatémie *	7,38 ± 1,00	11,29 ± 1,68
Hématocrite	43 ± 2,0	42 ± 2,5

* Les différences sont à la limite de la signification statistique
Les autres différences ne sont pas significatives.

En revanche, si l'on compare la teneur en protéines totales et en globulines au moment de l'arrivée, entre les veaux qui vont survivre et ceux qui vont mourir, on se rend compte qu'il s'agit là d'un des facteurs essentiels de la réussite (tableau 2).

TABLEAU II
PROTEINEMIE, ALBUMINEMIE ET GLOBULINEMIE (g/ 100 ml) MESUREES A L'ENTREE
DES ANIMAUX, EN FONCTION DU DEVENIR ULTERIEUR DES VEAUX

	Protéines totales	Albumine	Globulines + fibrinogène
Veaux vivants	8,27	2,78	5,61
Veaux morts	6,01	2,65	3,36
P	<0,001	N.S.	<0,001

Les mêmes résultats peuvent encore être exprimés d'une manière plus frappante. Sur les 31 prélèvements analysés, 13 ont une teneur en globulines + fibrinogène supérieure à 5 g/ 100 ml : tous les veaux ont été sauvés. Les 18 autres se situaient au-dessous de cette valeur de 5 g/ 100 ml : 12 veaux sont morts malgré les traitements.

- Qualité de la déshydratation

Jusque là, nous avons rencontré un seul type de déshydratation qualifié d'hypotonique puisque la pression osmotique efficace du plasma était diminué par rapport à la normale et que l'hyponatrémie était de règle. Les animaux présentant des signes cliniques de déshydratation avancée montraient également une hypothermie.

Au cours de cette année nous avons rencontré deux cas de déshydratation hypertonique ;

	Na ⁺	Cl ⁻	Osmolarité	Température
Mâle FFPN	155	140	362	42°0
Mâle Charolais	162	130	360	40°,5

Bien que les caractéristiques biochimiques soient très différentes de celles que l'on rencontre habituellement, le seul signe clinique différant à l'évidence est la température rectale (hyperthermie.) Mais il faut se garder de généraliser à partir de ces deux cas ; néanmoins, il conviendrait de pratiquer les prises de température avant la réhydratation, de façon à éviter de perfuser à des animaux en état de déshydratation hypertonique une solution elle-même hypertonique qui ne ferait que précipiter l'évolution.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus pour les différents groupes de données. Les données sont présentées sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Données	Moyenne	Ecart-type	Autres études
Données 1	1.2	0.5	1.1 - 1.3
Données 2	2.5	1.0	2.3 - 2.7
Données 3	3.8	1.5	3.5 - 4.1
Données 4	5.1	2.0	4.8 - 5.4
Données 5	6.4	2.5	6.0 - 6.8

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Données	Moyenne	Ecart-type	Autres études
Données 1	1.2	0.5	1.1 - 1.3
Données 2	2.5	1.0	2.3 - 2.7
Données 3	3.8	1.5	3.5 - 4.1
Données 4	5.1	2.0	4.8 - 5.4
Données 5	6.4	2.5	6.0 - 6.8

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Données	Moyenne	Ecart-type	Autres études
Données 1	1.2	0.5	1.1 - 1.3
Données 2	2.5	1.0	2.3 - 2.7
Données 3	3.8	1.5	3.5 - 4.1
Données 4	5.1	2.0	4.8 - 5.4
Données 5	6.4	2.5	6.0 - 6.8

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

Les résultats obtenus pour les données 1 à 5 sont comparés à ceux obtenus dans les autres études. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes et d'écart-type. Les résultats sont comparés à ceux obtenus dans les autres études.

7èmes JOURNEES DU « GRENIER DE THEIX »

LES ACQUISITIONS RECENTES SUR LES CARENCES
EN OLIGOELEMENTS, DU SOL AUX RUMINANTS

Les 7èmes Journées d'information du « Grenier de Theix » se sont déroulées les 15, 16 et 17 octobre, au Lycée Agricole de Marmilhat (près de Clermont-Ferrand) sur le thème « Les acquisitions récentes sur les carences en oligoéléments du sol aux ruminants ». Chercheurs, techniciens, vulgarisateurs et exploitants ont suivi les communications qui ont souvent suscité des débats animés.

Rappelons que les oligoéléments sont des éléments chimiques présents à l'état de traces dans les végétaux et les animaux, et indispensables au bon fonctionnement de tout être vivant.

Ces journées ont été l'occasion pour une équipe pluridisciplinaire (agronomes, chimistes, vétérinaires) de chercheurs de l'I.N.R.A. de faire le point de leurs connaissances en matière d'oligoéléments, depuis le sol jusqu'à l'animal en passant par les végétaux.

Une enquête récente sur la fréquence et la répartition géographique des carences en oligoéléments des ruminants a été réalisée auprès des vétérinaires et de certains éleveurs par l'intermédiaire des services de développement. Les résultats montrent que les carences en cuivre, cobalt, zinc et sélénium sont quasi généralisées en France. La carence en manganèse se rencontre sur les sols calcaires sains.

L'apparition de carences chez les plantes à destination fourragère est assez exceptionnelle en France sur les graminées mais leurs teneurs en oligoéléments sont souvent insuffisantes pour les besoins des animaux. Leur composition est en relation avec :

- la plante elle-même et son stade d'exploitation,
- les conditions pédoclimatiques naturelles,
- le niveau d'intensification, et en particulier la fertilisation azotée.

Le diagnostic clinique des carences est difficile et ne peut être établi, le plus souvent, que sur des symptômes caractéristiques bénins, alors que les symptômes plus alarmants sont trop peu spécifiques pour permettre ce diagnostic.

De même, si l'influence négative de diverses carences sur la fertilité a pu être rigoureusement démontrée pour des animaux de laboratoire, cette démonstration est moins aisée chez les animaux domestiques affectés souvent de polycarences complexes.

La digestibilité des oligoéléments est fonction de la qualité des fourrages. Avec l'ensilage de maïs, l'utilisation de soufre provoque une diminution de cette digestibilité. Les apports recommandés sont des ordres de grandeur à respecter : tout excès est néfaste.

Au regard de l'enquête, la prophylaxie des carences en oligoéléments devrait être systématique en France par les moyens les plus adaptés au type d'élevage à protéger : pierre à lécher, supplémentation des rations, enrichissement des fourrages sur pied.

Parallèlement, les quantités de complément minéral à apporter et leurs conditions d'emploi ont été longuement débattues au cours de ces journées.

De façon générale, les fourrages peuvent être enrichis sur pied :

- soit par apports au sol, qui exigent des quantités relativement importantes de sels ;
- soit directement sur des plantes en pleine croissance, par pulvérisations foliaires, qui demandent des quantités de sels très inférieures à l'apport au sol et permettent de mieux moduler le résultat. Cependant, elles doivent être répétées à chaque cycle. Quantités à apporter et conditions d'emploi ont été longuement précisées.

Les carences en molybdène de la luzerne peuvent être corrigées par des apports de molybdate au sol. Il faut alors s'assurer que les teneurs en molybdène n'atteignent pas des niveaux toxiques ou dangereux pour les animaux. L'emploi simultané du soufre tempère cet enrichissement.

Les textes de ces exposés seront publiés intégralement dans un proche avenir ; leur parution sera signalée dans ce bulletin. Néanmoins, les personnes intéressées par les comptes-rendus de ces journées peuvent, sans engagement de leur part, s'inscrire auprès de M. BELLANGER*.

* C.R.Z.V. de Theix - 63 110 - BEAUMONT

1^o SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LE METABOLISME AZOTE ET LA NUTRITION

Ce symposium, organisé par la Fédération Européenne de Zootechnie, s'est tenu à l'Université de NOTTINGHAM (Grande Bretagne) du 8 au 12 juillet 1974.

Le C.R.Z.V. était représenté par M. ARNAL, C. CHAMPREDON, E. MENDES PEREIRA et R. PION du Laboratoire d'Etude du Métabolisme Azoté.

Le programme ne comportait que des rapports préparés sur invitation du comité d'organisation répartis dans les sessions suivantes :

- I - Synthèse et renouvellement des protéines
- II - Digestion et disponibilité
- III - Relations Azote-Energie
- IV - Mesure de la qualité des protéines
- V - Nutrition azotée des non ruminants
- VI - Nutrition azotée des ruminants

4 rapports étaient présentés par des chercheurs de l'I.N.R.A. :

- (II) A. RERAT, T. CORRING et J.P. LAPLACE : Digestion et absorption des matières azotées,
- (III) J. DELORT-LAVAL : Estimation de la valeur nutritive des protéines,
- (IV) R. PION : Nutrition et acides aminés libres des tissus,
- (V) C. CALET : Besoins en acides aminés du poulet de chair.

L'ensemble des rapports présentés à ce symposium est en cours de publication en anglais.

REUNION ANNUELLE DE LA FEDERATION EUROPEENNE DE ZOOTECHNIE A COPENHAGUE, du 19 au 21 août 1974

Au cours des dernières journées de la F.E.Z., des spécialistes de chaque pays membre (pour la France : Mme CHARLET - CNRZ de Jouy-en-Josas et M. VERMOREL - CRZV de Theix), ont discuté les problèmes d'appréciation de la valeur énergétique des aliments pour la volaille, les porcs et les ruminants. Ils ont fait le point d'une part sur la situation présente dans chaque pays, les travaux en cours et l'évolution prochaine envisagée, d'autre part sur les connaissances actuelles et les problèmes posés au niveau de chaque espèce. Le principal objectif est d'améliorer la précision des systèmes existants ou de participer à l'élaboration de nouveaux systèmes reposant sur les données actuelles concernant les besoins des animaux et l'utilisation des aliments pour les différentes productions. Si le problème semble assez simple pour les monogastriques, il est beaucoup plus complexe dans le cas des ruminants en raison de leurs particularités digestives, de la variabilité des rendements de l'utilisation de l'énergie métabolisable suivant les productions et de la diversité des aliments. Les responsables des groupes de travail doivent faire le point de leurs travaux au cours du prochain Symposium International sur le Métabolisme Energétique, en septembre 1976, en France. Par ailleurs, ces problèmes constitueront le thème des discussions des prochaines journées du « Grenier de Theix ».

CONGRES DE DUBLIN

La 20e réunion Européenne des chercheurs en viande s'est tenue en 1974 à Dublin du 15 au 20 septembre. Elle rassemblait 213 chercheurs appartenant à 31 pays différents dont 9 extra européens. 78 communications scientifiques ont été présentées et se répartissaient ainsi en fonction des 4 thèmes définis par les organisateurs :

- I . Stress et qualité de la viande (20)
- II : Nitrites et nitrosamines dans les viandes transformées (21)
- III. Emballage de la viande fraîche et transformée (17)
- IV. Réfrigération - Congélation - Décongélation (20).

La Station de Recherches sur la Viande était représentée à ce Congrès par G. MONIN, A. LACOURT et R. GOUTEFONGEA et le Laboratoire du Métabolisme Azoté par M. ARNAL. Ces auteurs y ont présenté les communications suivantes :

- Thème I : MONIN G., LACOURT A., HENRY M. - Répartition de l'eau, du sodium et du potassium dans le muscle de porc.
- Thème II : GOUTEFONGEA R., RENERRE M., VALIN C. - Contribution à l'étude de la fixation du nitrite aux myofibrilles du muscle de porc.
- Thème III : LACOURT A., ARNAL M. - Evolution en fonction de l'âge des caractéristiques métaboliques de muscles d'agneaux en relation avec la synthèse protéique in vivo.

JOURNEES FRANCAISES D'ETUDE DU FROID

Strasbourg, 8-11 octobre 1974

Les Journées d'études de l'Association Française du Froid avaient pour thème cette année :

« L'application du froid dans l'industrie de la viande et des plats cuisinés ».

C. VALIN et A. LACOURT de la Station de Recherches sur la Viande ont présenté un rapport introductif relatif aux problèmes biochimiques concernant le traitement des viandes par réfrigération et congélation. Un débat très constructif a ensuite permis d'aborder les problèmes soulevés par la réfrigération rapide des carcasses. En effet, si l'application précoce du froid arrête la prolifération microbienne, elle risque, très souvent, de provoquer une contraction des muscles et, par voie de conséquence, un durcissement important de la viande.

Les différents orateurs ont abordé successivement les questions relatives à l'hygiène, à la législation des viandes et à la conservation des foies gras. Toutefois l'essentiel de ces journées d'étude traitait de la technologie des plats congelés surgelés. Une série de textes législatifs définit maintenant clairement leurs conditions de fabrication et de stockage. Des améliorations importantes sont intervenues dans la qualité et la diversité de ces plats cuisinés. Mais ce sont surtout les progrès réalisés dans les différentes opérations de décongélation et de remise en température qui permettront une intensification importante de la vente de ce type de produit au cours des prochaines années.

COLLOQUE CNERNA à VICHY

Septembre 74

Dans le cadre du Congrès International Charolais et le concours spécial de la race Charolaise s'est déroulé un colloque d'une journée consacrée à la viande bovine de qualité.

La première séance fut consacrée à des exposés généraux.

R. BOCCARD de la Station de Recherches sur la Viande montra que les qualités des carcasses et des viandes sont largement déterminées par les facteurs zootechniques : race, âge, poids, mais qu'elles dépendent également des conditions de transformation des animaux en viande consommable. Le point de vue des consommateurs fut envisagé essentiellement sous l'angle des exigences concernant la couleur et la tendreté.

Après l'exposé exprimant le point de vue des représentants du commerce des viandes et de la boucherie sur les qualités que doivent offrir les carcasses et les viandes, Monsieur CHARLET, professeur à L'I.N.A., analysa les divers facteurs de la production qui conduisent à une production de qualité dans les meilleures conditions économiques.

Au cours de la deuxième séance, les résultats expérimentaux obtenus en France (cf. article Y. GEAY et C. BERANGER dans ce numéro) et dans plusieurs pays dont ceux de l'Amérique du Sud et du Nord furent présentés et confrontés. La race Charolaise intervenait dans la plupart des croisements utilisés.

Les organisateurs avaient prévu lors du déjeuner une dégustation de viande de Charolais pour prouver que cette race peut fournir des pièces de qualité.

« 5th PARATHYROID CONFERENCE »

Ce congrès, concernant la régulation endocrinienne (parathormone, calcitonine, vitamine D) s'est tenu à Oxford (Angleterre) du 21 au 26 juillet 1974. J.-P. BARLET (station de Physiopathologie de la Nutrition) a présenté la communication suivante « Rôle physiologique de la calcitonine pendant la gestation et la lactation chez la chèvre et la brebis ». Les communications présentées à ce Congrès seront publiées dans un volume intitulé « Calcium regulating hormones » (Excerpta Medica, Amsterdam) qui paraîtra en juin 1975.

3ème CONFERENCE SUR L'ENSILAGE

(Ecole d'Agriculture d'Edinburg - Ecosse) et

6ème SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES PROBLEMES DE LISTERIOSE (Nottingham)

Ph. GOUET

Laboratoire de Microbiologie

Le grand intérêt porté par les Britanniques à la conservation et à l'utilisation des ensilages se concrétise tous les deux ans par l'organisation d'un «Silage Conference». Le troisième du genre s'est tenu en Septembre 1974 à l'Ecole d'Agriculture d'Edinburgh et a réuni environ 70 participants, dont sept Etrangers représentant six pays d'Europe.

Tous les thèmes ont été traités : microbiologie, addition d'acides organiques (formique, propionique), essai avec du formaldéhyde et du paraformaldéhyde, conséquences de la couverture des silos, pertes par reprise de fermentation, utilisation de l'azote des ensilages par les ruminants, valeurs nutritives des ensilages traités. Notre communication était relative à l'écologie bactérienne, les métabolismes glucidiques et azotés dans les ensilages.

L'ensemble des communications effectuées s'est révélé intéressant bien que peu de choses nouvelles aient été apportées. Nous retiendrons cependant les problèmes de «fermentation secondaire» que nous connaissons depuis longtemps et qui préoccupent maintenant et à juste titre, les Britanniques et les Allemands. Il s'agit des fermentations provoquées par la reprise des ensilages. En effet, lorsque des ensilages de fourrages riches en glucides se sont bien conservés avec ou sans additifs, une partie des glucides reste intacte. Dès que le silo est ouvert une activité enzymatique aérobie réapparaît, qui entraîne l'échauffement de l'ensilage et le développement de levures et de moisissures. Les pertes évitées lors de la conservation peuvent devenir importantes lors de l'exploitation. Il convient donc d'ajuster le front de taille au nombre de bêtes à nourrir pour assurer une vitesse d'avancement rapide dans le silo.

A Nottingham s'est tenu à la même époque, le 6ème Symposium International sur les problèmes de Listériose. Sur la cinquantaine de communications présentées, une douzaine traitait de l'épidémiologie de *L. monocytogenes* : recherche des *Listeria* dans le sol, les effluents, le lait, la viande, les ovins, les oiseaux, les citadins hébergeant des animaux et les ruraux. Notre communication relatait l'impossibilité de développement et de survie des *Listeria* dans les ensilages de bonne qualité.

Il se confirme que *Listeria monocytogenes* est une espèce ubiquitaire, assez fréquente, et que la contamination par des animaux, sans pouvoir être écartée, se révèle toutefois peu probable. Quant à la Listériose ovine, elle semble bien liée pour les spécialistes à la consommation d'ensilage, le nombre de cas augmentant quand la qualité de l'ensilage diminue. Aucune information nouvelle n'a été fournie sur les facteurs présents dans l'ensilage susceptibles de déclencher la Listériose.

SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.

J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY : Valeur alimentaire du maïs fourrage II - Influence du stade de végétation, de la variété, du peuplement, de l'enrichissement en épis et de l'addition d'urée sur la digestibilité et l'ingestibilité de l'ensilage de maïs
Ann. Zootech., 1974, 23 (1), 1-25.

De 1968 à 1970, nous avons étudié la composition ainsi que l'ingestibilité (c'est-à-dire la quantité de matière sèche volontairement ingérée) et la digestibilité chez le mouton de 66 ensilages de maïs, dont 53 de plantes entières, 5 d'épis seuls, 3 de tiges + feuilles et 5 plus ou moins enrichis artificiellement en épis.

1° Le maïs est une plante qui se prête bien à la conservation sous forme d'ensilage : la diminution de digestibilité entre la plante sur pied et la plante ensilée est nulle, celle de l'ingestibilité est très faible, de l'ordre de 5 p. 100.

2° Entre les stades laiteux et vitreux du grain, nous n'avons observé qu'une influence très faible du stade de récolte sur la qualité de conservation qui a été bonne, ainsi que sur le coefficient de digestibilité de la matière organique des ensilages de plante entière (69,8 p. 100 en moyenne). L'ingestibilité, qui a été en moyenne de 52,1 g de matière sèche/kg P^{0,75}, n'a pas augmenté ou a eu tendance à diminuer quand le stade de récolte a été plus tardif. La valeur alimentaire n'évoluant pratiquement pas avec le stade de récolte, le stade optimum de récolte sera donc déterminé essentiellement en fonction de la quantité de matière sèche produite par hectare. Cette dernière est généralement maximum quand la teneur en matière sèche de la plante atteint 33-35 p. 100 (stade vitreux du grain).

3° Les différences de digestibilité observées entre variétés dans un essai donné, ou pour une même variété suivant le lieu ou l'année d'étude sont faibles (inférieures à 5 points). Ces différences sont plus importantes dans le cas de l'ingestibilité (écart maximum de 21 g de matière sèche/kg P^{0,75} soit 40 p. 100). Les variations de digestibilité et d'ingestibilité entre variétés, lieux et années n'ont pas pu être reliées aux variations de la productivité en grain des cultures.

4° La qualité de conservation ainsi que la digestibilité des ensilages n'ont pas été modifiées par l'augmentation du peuplement. Par contre, l'ingestibilité et la valeur alimentaire ont eu tendance à diminuer avec elle (d'environ 7 p. 100). L'influence du peuplement sur la quantité d'UF produite par hectare a été variable suivant le lieu et la variété.

5° Si les ensilages de tiges + feuilles réalisés à l'approche de la maturité du grain ont une digestibilité comparable à celle d'un bon foin (62 p. 100 soit 0,55 UF/kg MS), leur ingestibilité est faible (25 g de MS/kg P^{0,75}). A un stade de récolte donné, l'enrichissement en épis des ensilages entraîne une augmentation lente mais régulière de leur digestibilité : elle est de 62, 72 et 80 p. 100 dans le cas respectivement des ensilages de tiges + feuilles, de plantes entières et d'épis seuls. L'ingestibilité, qui augmente fortement quand le nombre d'épis par plante ensilée passe de 0 à 1, n'évolue pratiquement plus ensuite.

6° L'incorporation, à la mise en silo, d'un mélange solide urée-minéraux n'a pas modifié sensiblement la qualité de conservation des ensilages, tout au moins dans le cas des 12 comparaisons portant sur des maïs normaux. Les pertes de matière sèche durant la conservation ont été comparables à celles observées dans le cas des ensilages témoins, mais elles ont été par contre, plus variables. L'addition d'azote uréique a augmenté significativement la digestibilité et l'ingestibilité par rapport à celles des ensilages témoins respectivement de 5 et 20 p. 100. Ces augmentations entraînées par l'addition d'urée ont été d'autant plus importantes que la teneur en azote des maïs était plus faible au départ.

J. ANDRIEU et C. DEMARQUILLY : Valeur alimentaire du maïs fourrage III - Influence de la composition et des caractéristiques fermentaires sur la digestibilité et l'ingestibilité des ensilages de maïs.
Ann. Zootech., 1974, 23 (1), 27-43.

Cette étude, qui porte essentiellement sur 35 ensilages de maïs plante entière sans additif, se propose de dégager une interprétation générale sur les facteurs de variation de la composition et de la valeur alimentaire des ensilages de maïs.

1° Il existe des liaisons assez étroites entre la composition chimique des ensilages (matière sèche, cendres, matières azotées, cellulose brute) et la composition morphologique et chimique de la plante sur pied correspondante. Les teneurs en cendres, en matières azotées et en cellulose brute sont un peu plus élevées dans les ensilages que dans la plante sur pied, respectivement de 0,7 ; 4,3 et 7,2 p. 100. Cet accroissement est comparable dans le cas de la cellulose brute et de l'amidon, ce qui semblerait indiquer que ce dernier constituant échappe aux fermentations.

2° A partir des glucides solubles, qui ont disparu presque totalement, les fermentations ont donné naissance essentiellement à de l'acide lactique et à des quantités peu variables d'acides gras volatils : les teneurs moyennes en acides lactique, acétique et propionique ont été respectivement de 45,5 ; 13,5 et 0,3 g/kg de MS. Peu variable d'un ensilage à l'autre, le pH a toujours atteint des valeurs inférieures à 4,0 ce qui n'a pas permis à la fermentation butyrique de se développer. Si la proportion d'azote soluble (exprimée en p. 100 de l'azote total) a presque doublé durant la conservation (elle est passée en moyenne de 26 p. 100 dans la plante sur pied à 47 p. 100 dans les ensilages), la formation d'azote ammoniacal a été, par contre, très faible et peu variable (4,7 p. 100 d'azote sous forme ammoniacale en moyenne). Les liaisons entre les principales caractéristiques fermentaires et la composition de la plante sur pied sont, d'une manière générale, faibles ; seule, la teneur en acide acétique des ensilages a varié en sens inverse de la teneur en matière sèche et dans le même sens que la teneur en glucides solubles de la plante sur pied correspondante.

2° Les pertes de matière sèche durant la conservation (jus + gaz) qui ont été en moyenne de 8 p. 100 n'ont pas pu être reliées aux principales caractéristiques de la conservation.

3° La digestibilité de la matière organique des 35 ensilages distribués seuls et à volonté a été liée étroitement à leur teneur en matières azotées totales, tout au moins lorsque cette dernière est restée inférieure à 8,5 p. 100. La digestibilité des 29 ensilages, dont la teneur en azote ne constituait pas un facteur limitant, a été peu variable et en moyenne de 71,1 p. 100 soit 0,76 UF/kg de MS. Elle a été indépendante du stade de végétation de la plante et de ses principaux critères (teneurs en matière sèche et en cellulose brute notamment). Elle n'a pu être estimée de façon satisfaisante qu'à partir de la teneur en épi de la plante ensilée après le stade pâteux (*i. e.* à partir de 27-28 p. 100 de matière sèche). La teneur en matières azotées digestibles (Y), qui a été en moyenne de 42 g/kg de matière sèche dans le cas des 29 ensilages « normaux », a été essentiellement fonction de la teneur en matières azotées (x) :

$$Y = 0,978 x - 3,753 \pm 0,36 ; \quad r = + 0,986^{***}$$

4° L'ingestibilité, qui a été plus variable que la digestibilité, a été en moyenne de $49,8 \pm 8,3$ g de matière sèche/kg P^{0,75}. Comme cette dernière, elle a été étroitement liée à la teneur en matières azotées des ensilages, et cela, jusqu'à une teneur d'environ 9-10 p. 100. Dans le cas des ensilages, dont la teneur en matières azotées ne constituait pas un facteur limitant, elle a été moyenne de 51,9 g et indépendante des principaux critères du stade de végétation de la plante à la récolte (teneur en matière sèche et en épi), de la digestibilité des ensilages et des caractéristiques fermentaires (elle a eu cependant tendance à diminuer légèrement quand les teneurs en acides gras volatils totaux et en acide acétique augmentaient). Les causes exactes des variations de l'ingestibilité et donc de la valeur alimentaire sont mal connues.

R. PION et M. PAWLAK : Influence de l'humidité du grain à la récolte et de la température de séchage sur la valeur nutritive des protéines du blé.
Ann. Technol. agric., 1973, 22 (4), 823-830.

Des échantillons de blé récoltés respectivement à 18 p. 100 et à 22 p. 100 d'humidité et séchés soit à 60°C soit à 120°C ont été comparés à un témoin récolté à 13 p. 100 d'humidité.

On a étudié l'influence de ces différents traitements sur la composition en acides aminés des échantillons, ainsi que sur leur aptitude à assurer la croissance du rat et sur la disponibilité de leurs acides aminés déterminée *in vivo* chez le rat.

Les différents traitements n'ont pas eu d'influence significative sur la composition en acides aminés des échantillons. Tous les échantillons, lorsqu'ils ont été supplémentés en fonction de leur composition de manière à satisfaire les besoins du rat, ont constitué la base de régimes très bien consommés et permettant une très bonne croissance des animaux. Toutefois, l'étude de concentrations en acides aminés libres des tissus sanguin et musculaire met en évidence une diminution de la disponibilité des acides aminés soufrés dans le cas des quatre échantillons qui ont été récoltés humides et ont subi des traitements thermiques sans qu'il apparaisse de différence en ce qui concerne la lysine.

Les différents traitements n'ont donc eu que peu d'action sur la valeur nutritive des échantillons de blé et leur effet peut être facilement corrigé par une supplémentation en DL-méthionine.

R. BOCCARD et B.L. DUMONT : Conséquences de l'hypertrophie musculaire héréditaire des bovins sur la musculature.

Ann. Génét. Sél. anim., 1974, 6 (2), 177-186.

La musculature des demi-carcasses de 9 taurillons hypertrophiés (H) et 17 taurillons normaux (N) de race Charolaise de 10 à 20 mois a été disséquée. Par calcul de régression les poids des principaux muscles ont été estimés pour une masse totale de muscle de 140 kg dans la demi-carcasse.

La comparaison entre les deux types a été faite sur la base du rapport $\frac{H - N}{N} \times 100$, où H représentait le poids d'un muscle ou d'un ensemble régional de muscles dans le type hypertrophié et N les éléments correspondants dans le type normal.

A poids de muscle constant l'hypertrophie affecte uniquement les régions crurales (+ 9,20 p. 100), thoraciques (+ 6,77 p. 100) et brachiales (+ 5,02 p. 100); les autres régions sont retardées dans leur développement à des degrés divers.

Les modifications constatées dans la répartition des régions expliquent les différences d'aspect et de conformation des animaux sur pied. Le développement relatif des principaux muscles montre une très large variation.

L'hypertrophie affecte particulièrement les muscles de la cuisse (*Tensor fasciae latae* : + 20,31; *Vastus lateralis* : + 13,98; *Semimembranosus* : + 14,62; *Biceps femoris* : + 11,68; *Semitendinosus* : + 9,99; *Rectus femoris* : + 7,45; *Gracilis* : + 5,23; *Pectineus* : + 5,44 p. 100) et, dans les autres régions, une partie seulement des muscles situés en plan superficiel (*Latissimus dorsi* : + 17,34; *Pectoralis profundus* : + 15,59; *Triceps brachii caput laterale* : + 16,67; et *Trapezius* : + 7,98 p. 100).

Chez les animaux hypertrophiés certains muscles ont un développement relatif moindre : les muscles de la paroi abdominale, certains muscles de l'encolure, ce qui est en relation avec l'état d'immaturité sexuelle de ces animaux, et les muscles intervenant dans les phénomènes respiratoires (*Diaphragma* : — 17,97 et région thoracique costale : — 11,93 p. 100).

La teneur en collagène de muscles d'animaux hypertrophiés est nettement moindre que celle des muscles des animaux normaux; de plus elle est indépendante de leur degré de développement.

Une hypothèse des causes de l'hypertrophie musculaire est proposée :

L'hypertrophie musculaire périphérique semble être la conséquence du déficit généralisé en collagène qui entraîne une sous-tension au niveau de la musculature. Le déficit en collagène serait lui-même la conséquence des moindres capacités respiratoires qui caractérisent les animaux hypertrophiés.

J.P. DULPHY et C. DEMARQUILLY : Etude du comportement alimentaire et mérycique de moutons recevant des fourrages verts hachés.

Ann. Zootech., 1974, 23 (2), 193-212.

Dans le cadre des études faites sur l'ingestibilité et la digestibilité des fourrages verts, nous avons enregistré les manifestations du comportement alimentaire et mérycique de moutons à l'auge afin de définir quelques facteurs de variations de ce comportement. Ces observations ont porté sur 174 échantillons de fourrages verts appartenant à 7 espèces végétales (tabl. 1).

Les principaux résultats qui ressortent de ces études sont les suivants :

— La durée journalière d'ingestion des fourrages verts est comprise entre 250 et 400 mn. Cette durée diminue principalement lorsque les fourrages vieillissent, c'est-à-dire lorsque leur ingestibilité et leur digestibilité diminuent (tabl. 2 et 4).

— Le nombre de repas effectués par jour est très variable (4 à 16). Il varie d'une espèce végétale à l'autre et surtout il diminue lorsque la plante vieillit. Cette diminution est liée à celle des quantités ingérées de matière sèche (tabl. 2 et 5).

— La durée unitaire d'ingestion ($3 \text{ à } 7 \text{ mn/g/kg } P^{0,75}$) augmente très lentement avec l'âge des fourrages. Elle est plus élevée pour les graminées que pour les légumineuses (tabl. 2 et 4).

— La durée journalière de rumination (300 à 650 minutes) augmente avec l'âge des fourrages et surtout avec leur teneur en cellulose brute (tabl. 6 et 7). Cette durée semble se stabiliser autour d'une valeur comprise entre 525 et 575 minutes par jour suivant l'espèce végétale ou l'animal dès que la teneur en cellulose brute de la plante atteint une valeur voisine de 30 p. 100 (fig. 1).

— La durée unitaire de rumination ($4 \text{ à } 12 \text{ mn/g/kg } P^{0,75}$) augmente relativement rapidement lorsque la digestibilité et l'ingestibilité du fourrage baissent (tabl. 6 et 7).

— La durée journalière de mastication (600 à 950 minutes) est par contre relativement constante pour une espèce végétale donnée au cours de son vieillissement. Cela explique pourquoi la durée unitaire de mastication est reliée étroitement et inversement à la quantité de matière sèche ingérée. Cette durée unitaire peut constituer « an index of fibrousness characteristic of roughages » comme le propose BALCH (1971) (tabl. 6 et 8).

Ces résultats sont discutés et nous avons essayé de les relier aux facteurs connus conditionnant la régulation physique de l'appétit chez le ruminant, en particulier aux vitesses de digestion dans le rumen et de vidange de ce rumen (schéma 1). Nous nous sommes demandés aussi si la durée de rumination journalière ne pouvait pas devenir un facteur limitant les quantités ingérées de fourrages lorsque leur teneur en cellulose brute atteignait 30 p. 100 de la matière sèche.

Y. RAYSSIGUIER et P. LARVOR : Influence du calcium alimentaire sur les calcifications rénales, la magnésémie et le magnésium osseux du rat carencé en magnésium.

Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1974, 14 (1), 145-156.

L'évolution de la carence en magnésium est étudiée chez le Rat nourri avec des régimes à différentes teneurs en calcium. L'administration d'un régime riche en calcium aggrave le déficit magnésique mais inhibe les calcifications rénales qui accompagnent classiquement la carence en magnésium (essai n° 1 : résultat obtenu après 2 semaines de carence).

Au début de la carence en magnésium des calcifications rénales apparaissent quelle que soit la teneur du régime en calcium mais disparaissent après 8 jours d'un régime riche en calcium (essai n° 2).

La distribution d'une ration enrichie en calcium pendant 1 semaine avant le début de la carence en magnésium ne permet pas d'inhiber les calcifications rénales précoces plus efficacement que la surcharge calcique donnée seulement en même temps que la ration carencée en magnésium (essai n° 3).

Plusieurs hypothèses sont envisagées pour expliquer l'inhibition de la néphrocalcinose par une surcharge en calcium (activité parathyroïdienne, sécrétion de calcitonine, modification de l'élimination urinaire de calcium et phosphore).

G. MONIN et R. BOCCARD : Caractéristiques physiologiques respiratoires des bovins culards.

Ann. Génét. Sél. anim., 1974, 6 (2), 187-193.

Les bovins à musculature hypertrophiée (type « culard ») se caractérisent par une résistance à l'effort physique moindre que celle des animaux normaux. Nous avons étudié les modifications apportées par l'exercice forcé à l'équilibre acido-basique de bovins de 15 mois (7 normaux, 4 « demi-culards », 4 « culards »).

Les animaux hypertrophiés développent une acidose métabolique lentement compensée lors du retour à l'état de repos (pH sanguin 20 minutes après la fin de l'exercice : 7,05 chez les « culards », 7,20 chez les normaux). Ce phénomène peut être relié à une déficience de l'approvisionnement en oxygène de l'organisme, en particulier de la musculature. Les « culards » présentent en effet un poids de cœur et de poumons inférieur (respectivement — 10 p. 100 et — 15 p. 100 par rapport aux normaux), une insuffisance respiratoire (pO_2 en ml Hg à la fin de l'exercice = 47 chez les « culards », 52 chez les normaux) et un hémocrite faible (au repos 34 p. 100 chez les « culards », 37 p. 100 chez les normaux). Les animaux demi-culards se comportent de façon intermédiaire.

R. TOULLEC, C.-M. MATHIEU et R. PION : Utilisation des protéines du lactosérum par le veau préruminant à l'engrais. II - Digestibilité et utilisation pour la croissance.
Ann. Zootech., 1974, 23 (1), 75-87.

Le but de ce travail a été d'étudier, chez le veau préruminant la digestibilité et l'utilisation pour la croissance des protéines du lactosérum. Celles-ci (Lactoprotéines) ont été obtenues par précipitation à chaud, en présence d'acide chlorhydrique, puis récupérées par centrifugation et séchées sur rouleaux Hatmaker.

Pour la mesure de la digestibilité, un lait de remplacement dont les protéines provenaient exclusivement du lactosérum, a été distribué à 2 veaux mâles maintenus en cages à bilan, entre les âges d'environ 8 et 96 j. La fréquence des jours de diarrhées a été très élevée (72 p. 100), mais l'état sanitaire a néanmoins paru satisfaisant. La digestibilité apparente des constituants de l'aliment a été très élevée à partir de l'âge d'un mois (91 p. 100 pour l'azote) ; elle a cependant été inférieure (de 25 points pour l'azote) au cours de la première période de mesure. Cela pourrait traduire une adaptation insuffisante du système digestif du très jeune veau, pour l'utilisation des protéines ne formant pas de coagulum ferme dans la caillette.

Pour l'étude de l'utilisation pour la croissance, 3 laits de remplacement dont les protéines provenaient exclusivement du lait écrémé, exclusivement du lactosérum ou pour moitié de chacune des deux sources, ont été distribués chacun à 12 veaux mâles de race frisonne, depuis l'âge d'environ 18 j, jusqu'au poids vif de 150 kg.

Contrairement à ce qui avait été observé lors de la mesure de la digestibilité, la fréquence des diarrhées a été très faible. Au cours des 8 premières semaines de l'essai, l'origine des protéines n'a pas semblé avoir d'influence sur les performances des animaux. Par la suite, le remplacement de la moitié ou de la totalité des protéines du lait écrémé par celles du lactosérum a permis d'améliorer la croissance et l'efficacité alimentaire : ainsi, entre la huitième et la douzième semaine, le gain de poids vif a été supérieur respectivement de 23 et 29 p. 100. En conséquence, sur l'ensemble de l'essai, la croissance et l'efficacité alimentaire ont été plus satisfaisantes chez les animaux des lots expérimentaux avec les aliments contenant les Lactoprotéines. Il est possible que cela soit dû en partie à la composition en acides aminés des Lactoprotéines qui pourrait être plus proche des besoins du veau que celle des protéines du lait écrémé (teneurs plus élevées en acides aminés soufrés et en thréonine). Cependant plus que la nature des protéines alimentaires, c'est probablement la trop faible teneur en fer de l'aliment témoin (10 p.p.m. au lieu de 47 et 25), qui paraît être la cause des différences observées. La viande des animaux qui recevaient les aliments contenant les Lactoprotéines avait une coloration excessive.

Le remplacement de la totalité des protéines du lait écrémé par celles du lactosérum dans les aliments d'allaitement semble donc réalisable. On peut penser qu'il serait également possible d'utiliser d'autres sources de protéines, sous réserve qu'elles soient bien équilibrées en acides aminés indispensables ou faciles à compléter et dépourvues de constituants peu digestibles ou indésirables (glucides complexes, facteurs antitrypsiques...)

Editions S.E.I.

I . N . R . A .

C.N.R.A. - Route de St-Cyr

78000 - Versailles

Dépôt légal - 1^o trimestre 1975